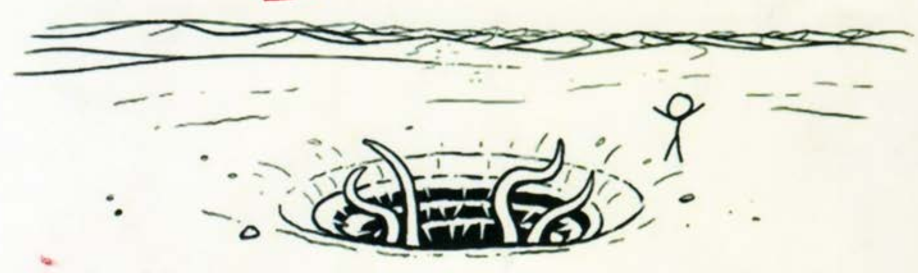
RANDALL MUNROE

راندال مونرو

مبدع xkcd



ماذا لو؟



إجابات علميّة جدّيّة عن أسئلة افتراضيّة غير معقولة

ترجمة: عماد إبراهيم عبده

مراجعة وتدقيق: محمود الزواوي

هذه إجابات مفاجئة من مبدع xkcd ، وهو شخصيّة هزليّة على الإنترنت (webcomic) تحظى بشعبيّة جامحة، عن أسئلة مهمّة ربّما لم تفكر أبدًا في طرحها.

يزور ملايين الناس كل أسبوع موقع xkcd.com من أجل قراءة إبداعات راندال مونرو من الويب كومك. إنّ رسوماته بشخصيّة العصا عن العلوم والتكنولوجيا واللغة والحبّ تحظى بمتابعة هائلة حماسيّة. وكذلك هو الحال بالنسبة لإجاباته المبنيّة على أبحاث مستفيضة عن أغرب أسئلة المعجبين به، وتتفاوت الأسئلة الّتي يستلمها من كونها مجرّد غريبة إلى كونها شيطانيّة محضة:

- ماذا لو مارست السباحة في بركة وقود نوويّ مستهلَك؟
- هل يمكنك طرح جهاز طيران فرديّ باستخدام مدافع رشّاشة تطلق النار نحو الأسفل؟
- ماذا لو أنّ زلزالًا بقوّة 15 ريختر ضرب مدينة نيويورك؟
- ماذا سيحدث لو اختفى الحامض النوويّ لشخص ما؟

في سعيه للحصول على الإجابات، يقوم - بمرح - بإجراء عمليّات محاكاة حاسوبيّة، وينقّب في ذاكرة أبحاث عسكريّة أزيلت السرّيّة عنها، ويتشاور مع مشغّلي مفاعلات نوويّة، ويؤقّت مشاهد من حرب النجوم مستخدمًا ساعة توقيت، ويتّصل بوالدته، ويبحث في غوغل عن حيوانات منظرها مخيف. وتعدّ إجاباته جواهر هزليّة تجيب بدقّة وتسلية عن كلّ شيء، بدءًا من فرص لقاء رفيق الروح، إلى الطرق الرهيبة الكثيرة الّتي يمكنك أن تموت بها أثناء بناء جدول دوريّ من العناصر الفعليّة.

عندما يكون راندال مونرو هو مرشدك، يصبح العلم عجيبًا بسرعة كبيرة، فرمية كرة بيسبول بسرعة قريبة من سرعة الضوء يمكنها تسوية مجمّعات سكنيّة بالأرض؛ ومول من الخلدان يمكنه أن يخنق الكوكب ببطانيّة من اللحم؛ ويستطيع يودا أن يستخدم القوّة (the Force) ليعيد شحن سيّارته الكهربائيّة سمارت.

يقدّم هذا الكتاب إجابات عن الأسئلة الأكثر شعبيّة من مدوّنة xkcd ، ماذا لو؟ ولكنّ كثيرًا من الأسئلة (51%) هي أسئلة جديدة، وأجيبَ عنها هنا لأوّل مرّة. ويُعتبر كتاب (ماذا لو؟) متعةً بالغةً غنيّةً بالمعلومات المفيدة لمعجَبي xkcd، ولأيّ شخص يحبّ أن يتأمّل بما هو افتراضيّ.

ماذا لو؟

إجابات علميّة جدّيّة
عن أسئلة افتراضيّة
غير معقولة

WHAT IF?
by Randall Munroe
copyright © 2014, by xkcd Inc.
Arabic Language edition published by Al-Ahlia - Jordan 2018



الأهليّة للنشر والتوزيع
e-mail: alahlia@nets.jo
الفرع الأوّل (التوزيع)
المملكة الأردنيّة الهاشميّة، عمّان، وسط البلد، بناية **12**
هاتف **00962 6 4638688** ، فاكس **00962 6 4657445**
ص.ب: **7855**، عمّان **11118** الأردنّ
الفرع الثاني (المكتبة)
عمّان، وسط البلد، شارع الملك حسين، بناية **34**

◆

ماذا لو / علوم - كتابات
راندال مونرو / الولايات المتّحدة الأمريكيّة
ترجمة: عماد إبراهيم عبده / الأردنّ
مراجعة وتدقيق: محمود الزواوي / الأردنّ

◆

الطبعة العربيّة الأولى، 2018

◆

تصميم الغلاف: زهير أبو شايب، عمّان، هاتف 00962 7 95297109
®
صورة طيّة الغلاف: (المؤلّف)، المصدر / غوغل

◆

الصفّ الضوئيّ: إيمان زكريّا خطّاب، عمّان، هاتف 00962 7 95349156

رقم الإيداع لدى المكتبة الوطنية : (2017/8/4256)
الترقيم الدولي: ISBN 978-9957-39-199-7

علوم كتابات

راندال مونرو
مبدع xkcd

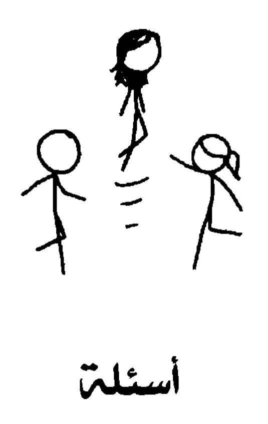
ماذا لو؟

إجابات علميّة جدّيّة عن أسئلة افتراضيّة غير معقولة

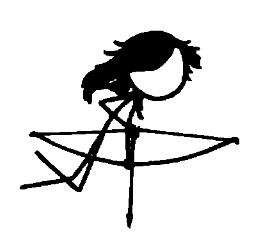


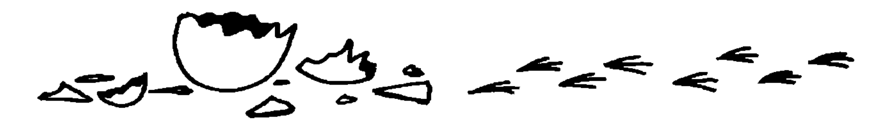
ترجمة: عماد إبراهيم عبده
مراجعة وتدقيق: محمود الزواوي





أسئلة





إخــلاء مســؤوليــة

لا تحاول تنفيذ أي من هذه الأمور في المنزل. ذلك أن مؤلف هذا الكتاب هو رسام كاريكاتير على الإنترنت، وليس خبيراً في الصحة أو السلامة العامة. وهو يشعر بالمتعة عندما تحترق الأشياء أو عندما تنفجر. ما يعني أنه لا يأخذ مصلحتك الفضلى بالاعتبار. ويعلن كل من الناشر والمؤلف إخلاء مسؤوليتهما عن أي من الآثار الضارة الناجمة، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، عن المعلومات المحتواة في هذا الكتاب.

مقدمة

هذا الكتاب عبارة عن مجموعة من الإجابات عن أسئلة افتراضية.

وقد تم طرح هذه الأسئلة عليّ من خلال موقعي الإلكتروني، حيث أنني -إضافة لكوني أعمل بمثابة عزيزتي آبي للإجابة على العلماء المجانين (Dear Abby for mad scientists)-أقوم برسم إكس كيه سي دي (xkcd)، وهي شخصية عصا كاريكاتيرية هزلية على الإنترنت.

لم أبدأ حياتي المهنية بالعمل في مهنة الرسومات الكاريكاتيرية الهزلية، حيث أنني درست الفيزياء في الجامعة، وبعد التخرج عملت في مجال الربوطات في الإدارة القومية للملاحة الجوية والفضاء (NASA). وأخيراً، تركت العمل في ناسا من أجل ممارسة مهنة الرسوم الكاريكاتيرية بدوام كامل، إلا أن اهتمامي في العلوم والرياضيات لم يتلاشَ، ووجد، في نهاية المطاف، منفَذاً جديداً: الإجابة عن أسئلة الإنترنت الغريبة - والمثيرة للقلق أحياناً. ويحتوي هذا الكتاب على مجموعة منتقاة لإجاباتي المفضلة من موقعي الإلكتروني. بالإضافة إلى مجموعة من الأسئلة الجديدة التي تمت الإجابة عنها هنا لأول مرة.

إنني استخدم الرياضيات لمحاولة الإجابة عن الأسئلة الغريبة منذ أستطيع أن أتذكر. عندما كنت في الخامسة من العمر، أجرت أمي محادثة معي قامت بتدوينها واحتفظت بها في أحد ألبومات الصور. وعندما سمعَت أنني كنت أقوم بتأليف هذا الكتاب، عثرَت على نص المحادثة وأرسلته إلي. وإليكم النص، منقول حرفياً من ورقتها التي تعود إلى خمسة وعشرين عاماً:

راندال: هل يوجد في منزلنا عدد أكبر من الأشياء اللينة أم من الأشياء القاسية؟

جولي: لا أعلم.

راندال: ماذا بشأن وجودها في العالم؟

جولي : لا أعلم.

راندال: حسناً، كل منزل يحتوي على ثلاث أو أربع وسائد، أليس كذلك؟

جولي: صحيح.

راندال: وكل منزل يحتوي على حوالى 15 مغناطيساً، أليس كذلك؟

جولي: أظن ذلك.

راندال: إذن 15 زائد 3 أو 4، لنقل 4، هو 19، أليس كذلك؟

جولي: صحيح.

راندال: إذن، من المحتمل أن يكون هناك حوالى 3 مليار شيء من الأشياء اللينة، و... 5 مليار شيء من الأشياء القاسية. حسناً، أيهما يكسب؟

جولي: أظن الأشياء القاسية.

حتى يومنا هذا، ليس لدي أدنى فكرة عن من أين حصلتُ على «3 مليارات» و «5 مليارات». من الواضح أنني لم أدرك حقاً كيف تم الوصول إلى الأرقام.

لقد تحسنت مهارتي في الرياضيات قليلاً على مر السنين، إلا أن السبب الذي يدفعني لإجراء الحسابات هو ذاته الذي كان يدفعني لذلك عندما كنت في سن الخامسة: أريد أن أجيب عن أسئلة.

يقولون إنه ليست هناك أسئلة غبية. ومن الواضح أن ذلك أمر خاطئ، إذ أنني أعتقد أن سؤالي بشأن الأشياء القاسية واللينة، على سبيل المثال، غبي جداً. ولكن يتضح أن محاولة الإجابة بشمولية عن سؤال غبي يمكن أن يأخذك إلى أماكن جميلة جداً.

ما زلت لا أعرف ما إذا كان في العالم عدد أكبر من الأشياء القاسية أم من الأشياء اللينة، ولكنني تعلمت الكثير من الأمور الأخرى على طول الطريق. وفيما يلي أجزائي المفضلة من الرحلة.

راندال مونرو

مــــاذا لـــو؟

عاصفة عالمية

س. ما الذي يمكن أن يحدث لو توقفت الأرض وجميع الكائنات الأرضية فجأة عن الدوران، ولكن احتفظ الغلاف الجوي بسرعته؟

- أندرو براون

ج. **سيموت الجميع تقريبا.** بعدئذ ستصبح الأمور مثيرة للاهتمام.

عند خط الاستواء، يتحرك سطح الأرض بسرعة تقارب 470 متراً في الثانية -أكثر قليلاً من 1000 ميل في الساعة- بالنسبة إلى محور الأرض. إذا توقفت الأرض ولم يتوقف الغلاف الجوي، ستكون النتيجة رياحاً مفاجئة بسرعة ألف ميل في الساعة.

ستكون الرياح عند خط الاستواء هي الأشد، ولكن كل من يعيش بين درجة 42 شمالاً ودرجة 42 جنوباً -ما يشمل 85 بالمائة من سكان العالم- سوف يواجه فجأة رياحاً فوق صوتية.

ستستمر الرياح الأشد بالقرب من السطح لبضعة دقائق فقط، وسيعمل الاحتكاك مع الأرض على إبطائها. إلا أن تلك الدقائق القليلة ستكون كافية لتحويل كل المنشآت البشرية إلى أنقاض.

يقع منزلي في بوسطن إلى الشمال بما يكفي ليكون بالكاد خارج منطقة الرياح الفوق صوتية، ولكن ستبقى شدِّة الرياح هناك ضعف تلك المرافقة لأقوى الأعاصير. وبالنسبة للمباني، من الحظائر وحتى ناطحات السحاب، فإنها ستسوّى بالأرض، وتقتَلَع من أساساتها، وتتبعثر في كافة أنحاء المشهد الطبيعي.



تحدث أمور رهيبة

تحدث أمور رهيبة، ولكن بصورة أبطأ

ستكون شدَّة الرياح أدنى عند القطبين، إلا أنه لا توجد مدن بشرية بعيدة عن خط الاستواء بما يكفي للنجاة من الدمار. إن مدينة لونغياربين، الواقعة في جزيرة سفالبارد في النرويج -والموجودة على خط العرض الأعلى على ظهر هذا الكوكب- ستدمرها رياح تعادل في شدتها تلك المرافقة لأقوى أعاصير الكوكب المدارية.

إذا كنت تريد الانتظار حتى تتوقف الرياح، فإن هلسنكي، في فنلندا، ستكون واحدة من أفضل الأماكن للقيام بذلك. ففي حين أن خط العرض المرتفع الخاص بها -فوق 60° شمالاً- لن يكون كافياً لحمايتها من الانجراف بفعل الرياح، فإن صخر الأساس تحت هلسنكي يحتوي على شبكة أنفاق متطورة، إضافة إلى ما يتواجد تحت الأرض من مراكز تجارية ضخمة وحلبَات هوكي ومجمعات سباحة، وأكثر من ذلك.

لسنوات طويلة، كنتم تسخرون منا لأننا نعيش في مكان بارد ومظلم جداً!

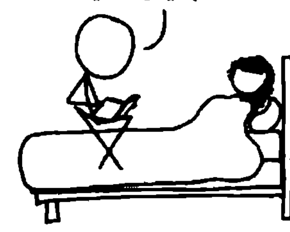
SUCKERS!

...EIPÄ NAURA ENÄÄ!

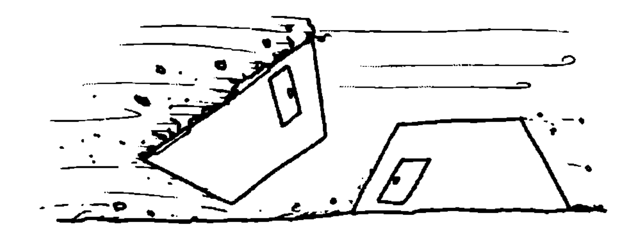
SIITÄS SAITTE!!

لن يكون هناك أي مبنى آمن. وحتى المنشآت القوية بما يكفي للنجاة من الرياح، ستكون في ورطة. وكما قال الممثل الكوميدي رون وايت بشأن الأعاصير، «المشكلة ليست في أن الرياح تعصف، ولكن في ما تعصفه الرياح.»

لنقل إنك في ملجأ ضخم مُنشأ من مادة معينة يمكنها أن تصمد أمام رياح تعصف بسرعة ألف ميل في الساعة.



ذلك جيد، وستكون بخير ... إذا كنت الشخص الوحيد الذي لديه ملجأ. ولكن، لسوء الحظ، من المحتمل أن يكون لديك جيران، وإذا كان لدى جارك، من الاتجاه الذي تهب منه الريح بالنسبة لك، ملجأ مرتكز بدرجة أقل متانة، فإن ملجأك سيكون بحاجة إلى تحمُّل ارتطام ملجئه به بسرعة ألف ميل في الساعة.



لن ينقرض الجنس البشري[1]. بصورة عامة، سينجو عدد قليل جداً من الناس الموجودين على سطح الأرض، وسيؤدي الحطام المتطاير إلى طحن أي شيء لم تتم تقويته

(1) أعني، ليس بصورة مباشرة.

لتحمل الإشعاع. من ناحية أخرى، سينجو الكثير من الناس الموجودين تحت سطح الأرض وسيكونون على ما يرام. فإذا كنت في طابق تحت أرضي عميق (أو، الأفضل من ذلك، في نفق مترو) عند حدوث ذلك الأمر، فستكون لديك فرصة جيدة في النجاة.

وسيكون هناك عدد آخر من الناجين المحظوظين. فالعشرات من العلماء والموظفين في محطة أمندسون سكوت للأبحاث في القطب الجنوبي سيكونون في مأمن من الرياح. وبالنسبة لهم، ستكون أول إشارة بوجود مشكلة هي أن العالم الخارجي أصبح صامتاً فجأة.

من المحتمل أن يشغلهم الصمت الغامض لبعض الوقت، ولكن، في نهاية المطاف، سيلاحظ شخص ما أمراً أكثر غرابة حتى:



الهـواء

ومع سكون الرياح السطحية، تُصبح الأمور أكثر غرابة.

سوف يتحول عصف الريح إلى عصف حراري. وعادة تكون الطاقة الحركية للريح المندفعة ضئيلة بما يكفي لاعتبارها غير ذات قيمة، ولكن هذه لن تكون ريحاً عادية، إذ أنها عندما تتعثر لتتوقف توقفاً مضطرباً، فإن الهواء سوف يسخن.

سيؤدي ذلك، في البر، إلى ارتفاع درجة الحرارة بحيث تصبح حارقة وكذلك -في المناطق التي يكون فيها الهواء رطباً- إلى عواصف رعدية شاملة.

وفي الوقت ذاته، ستقوم الرياح التي تجتاح المحيطات بخضّ الطبقة السطحية من المياه وتحويلها إلى رذاذ. ولفترة من الوقت، لن يكون للمحيط سطح على الإطلاق، وسيكون من المستحيل معرفة أين ينتهي رذاذ البحر وأين يبدأ.

إن المحيطات باردة. وتحت طبقة السطح الرقيقة، تكون في معظمها بدرجة موحدة تصل إلى 4° مئوية. وستعمل العاصفة على خض المياه الباردة من الأعماق. وسيؤدي تدفق الرذاذ البارد إلى داخل الهواء فائق السخونة إلى تكوين نوع من الطقس لم يسبق له مثيل على الأرض - مزيج هادر من الرياح والرذاذ والضباب والتغيرات السريعة في الحرارة.

ومن شأن هذا التقلُّب أن يؤدي إلى إزهار الحياة، مع قيام مواد غذائية جديدة بغمر الطبقات العليا. وفي الوقت ذاته، ستؤدي إلى نفوق واسع النطاق لأسماك وسرطانات البحر وحيوانات لم تستطع أن تتعامل مع تدفق المياه الفقيرة بالأكسجين من الأعماق. وأي حيوان بحاجة للتنفس -مثل الحيتان والدولفينات- ستواجه صعوبات بالغة في البقاء في واجهة البحر - الهواء البينية المضطربة.

وسوف تجتاح الموجات كل أرجاء المعمورة، شرقاً وغرباً، وسيتعرض كل شاطئ مواجه للشرق لاندفاع أكبر عاصفة في تاريخ العالم. وسيتم اجتياح البر بسحابة مُعمِيَة من رذاذ البحر، وسوف يليها جدار من الماء الهادر الذي سيرتفع مثل التسونامي، وستصل الأمواج إلى أميال عديدة داخل البر في بعض من الأماكن.

ستقوم العواصف بضخ كميات هائلة من الغبار والحطام إلى الغلاف الجوي. وفي الوقت ذاته، سيتكون غطاء كثيف من الضباب فوق أسطح المحيطات الباردة، وهذا من شأنه أن يؤدي عادة إلى جعل درجات الحرارة، حول العالم، تنخفض بشدة. وسوف تنخفض.

على الأقل في جانب واحد من الأرض.

إذا توقفت الأرض عن الدوران، فإن الدورة الاعتيادية لليل والنهار ستتوقف. ولن تتوقف الشمس نهائياً عن التحرك عبر السماء، ولكن بدلاً من الشروق والغروب مرة في كل يوم، ستشرق وتغرب مرة كل عام.

سيكون طول النهار والليل ستة أشهر لكل منهما، حتى عند خط الاستواء. وعند الجانب النهاري، سيتعرض السطح للشواء تحت ضوء الشمس الثابت، في حين ستنخفض درجة حرارة الجانب الليلي كثيراً. وسيؤدي الحمل الحراري في الجانب النهاري إلى حدوث عواصف هائلة في المنطقة التي تقع مباشرة تحت الشمس[1].

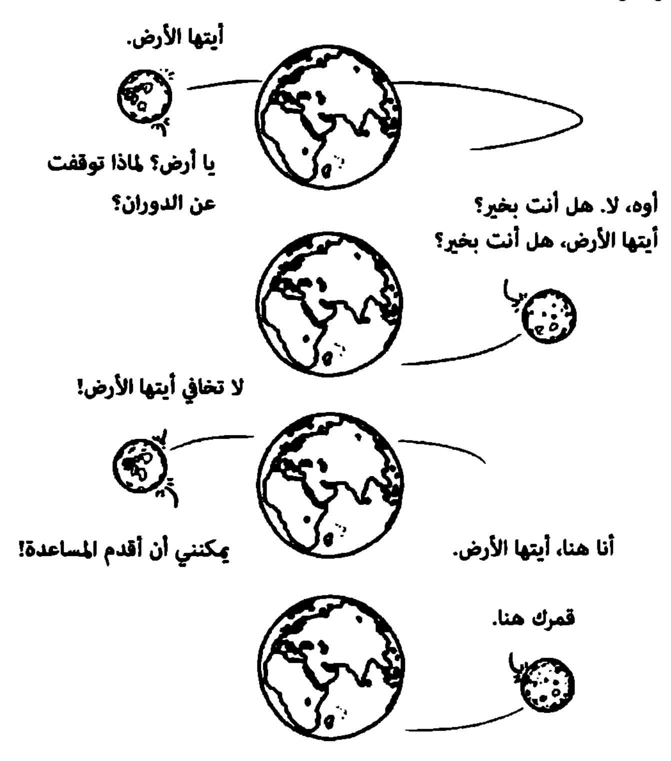
في بعض النواحي، ستكون هذه الأرض مشابهة للكواكب من خارج المجموعة الشمسية المقيدة مدّيّاً والموجودة عادة في المناطق القابلة للحياة التابعة لنجم أحمر قزم، ولكن ربما أن هناك مقارنة أفضل تتمثل في وقت مبكر من عمر كوكب الزهرة. فنظراً لدورانه، يُبقي كوكب الزهرة -مثل أرضنا المتوقفة عن الدوران- الجانب ذاته موجهاً نحو الشمس لأشهر في كل مرة. إلا أن غلافه الجوي الكثيف يتحرك بسرعة كبيرة جداً، ما يؤدي إلى جعل النهار والليل يتمتعان بالحرارة ذاتها تقريباً.

وعلى الرغم من أن طول اليوم سيتغير، إلا أن طول الشهر لن يتغير! فالقمر لم يتوقف عن الدوران حول الأرض. من ناحية أخرى، بدون دوران الأرض الذي يزوده بطاقة المد والجزر، سيتوقف القمر عن الانجراف بعيداً عن الأرض (الأمر الذي يفعله حالياً) وسيبدأ تدريجياً بالانجراف ببطء نحونا.

---

(1) على الرغم من أنه بدون قوى كوريوليس فإنه من المستحيل لأي شخص أن يُخمن في أي اتجاه ستدور.

في الواقع أن القمر -رفيقنا الوفي- سيتصرف بطريقة تعمل على إزالة الضرر الذي تسبب به سيناريو أندرو. في الوقت الحالي، تدور الأرض بسرعة أكبر من القمر، ويعمل المد والجزر لدينا على إبطاء سرعة دوران الأرض بينما يدفعان القمر بعيداً عنا[1]. إذا توقفنا عن الدوران، فسوف يتوقف القمر عن الانسياق بعيداً عنا. وسيعمل المد والجزر الذي يتسبب بهما إلى زيادة سرعة دوراننا بدلاً من إبطائها، وستعمل جاذبية القمر، بهدوء وبرفق، على جر كوكبنا ...



.... وستبدأ الأرض بالدوران مرة أخرى.



(1) أنظر Leap Seconds, *http://what-if.xkcd.com/26* للحصول على شرح للسبب في حدوث هذا الأمر.

بيسبول نسبية

س. ماذا سيحدث إن حاولت ضرب كرة بيسبول تم رميها بسرعة تبلغ 90% من سرعة الضوء؟

- إلين ماكمانس

بعد

0.9c
(604,000,000 MPH)

قبل

0.00000012c
(80 MPH)

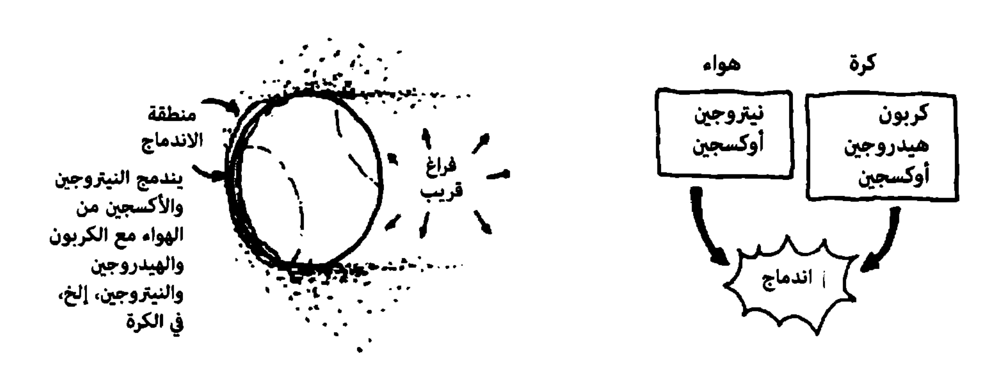
دعنا نضع جانباً مسألة الطريقة التي سنجعل فيها كرة البيسبول تتحرك بتلك السرعة. وسنفترض أنها رمية عادية، سوى أنه في لحظة قيام الرامي بقذف الكرة، فإنها تتسارع بطريقة سحرية إلى سرعة 0.9 سرعة الضوء. ومنذ تلك اللحظة فصاعداً، كل شيء يسير وفقاً لقوانين الفيزياء العادية.

ج. يتبين أن الجواب هو عبارة عن «أشياء كثيرة،» وجميعها تحدث بسرعة كبيرة جداً، ولا تنتهي بصورة جيدة بالنسبة للضارب (أو للرامي). جلست مع بعض من كتب الفيزياء، ودمية نولان رايان، ومجموعة من أشرطة الفيديو لاختبارات نووية، وحاولت حل المسألة. وفيما يلي أفضل ما يمكنني تخمينه للوحة تفصيلية بأجزاء من الثانية تبلغ نانو ثانية لكل منها.

ستكون الكرة منطلقة بسرعة مرتفعة جداً إلى درجة أن كل ما حولها سيبدو ثابتاً عملياً. حتى الجزيئات في الهواء ستكون ساكنة. ستتذبذب جزيئات الهواء جيئة وذهاباً

بسرعة تبلغ بضعة مئات من الأميال في الساعة، ولكن حركة الكرة خلالها ستكون بسرعة 600 مليون ميل في الساعة. وهذا يعني أنها، بقدر ما يتعلق الأمر بالكرة، ستكون عالقة هناك تماماً، جامدة.

إن أفكار الديناميكا الهوائية لن تنطبق هنا، فالهواء عادة يتدفق حول أي شيء يتحرك من خلاله. إلا أنه لن يكون لجزيئات الهواء، أمام هذه الكرة، وقت لتتزاحم مبتعدة عن الطريق، وستقوم الكرة بالارتطام بها بقوة كبيرة جداً إلى درجة أن الذرات في جزيئات الهواء ستلتحم فعلياً مع الذرات الموجودة في سطح الكرة. وسينتج عن كل تصادم إطلاق دفقة من أشعة غاما وجسيمات متناثرة[1].

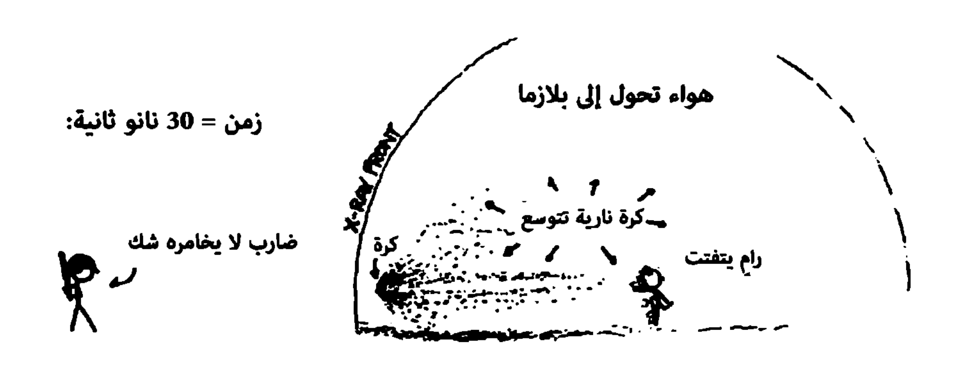


من شأن أشعة غاما والحطام التوسع نحو الخارج في فقاعة يقع مركزها عند تلة الرامي. وستبدأ بفصل جزيئات الهواء عن بعضها البعض، منتزعة الإلكترونات من النوى ومحوِّلة الملعب إلى فقاعة متمددة من البلازما المتوهجة. وسيقترب جدار هذه الفقاعة من الضارب بسرعة قريبة من سرعة الضوء - سابقاً الكرة نفسها بفارق طفيف.

(1) بعد قيامي بنشر هذا المقال، في بادئ الأمر، اتصل بي هانز رندركنيشت، الفيزيائي في معهد إم آي تي، ليقول إنه أجرى محاكاة لهذا السيناريو على أجهزة الحاسوب في مختبره. ووجد أنه في وقت مبكر من حركة الكرة، كانت معظم جزيئات الهواء تتحرك بسرعة كبيرة إلى درجة لا تسبب الاندماج، وأنها كانت تمر مباشرة عبر الكرة، مسخنة إياها ببطء وانتظام أكبر مما وصفه مقالي الأصلي.

وسيعمل الاندماج المستمر في مقدمة الكرة على دفعها للخلف، مبطِّئاً إياها، كما لو كانت الكرة عبارة عن صاروخ يطير مشغلاً محركاته وذيله في المقدمة. مع الأسف، ستنطلق الكرة بسرعة مرتفعة إلى درجة أنه حتى القوة الهائلة للتفجيرات النووية القائمة لن تعمل على إبطائها بدرجة تُذكر. ولكنها ستبدأ بعملية تآكل على السطح، مطلقة شظايا صغيرة جداً من الكرة في كل الاتجاهات. وستكون هذه الشظايا منطلقة بسرعة كبيرة جداً إلى درجة أنها عندما ترتطم بجزيئات الهواء، سوف تتسبب بإحداث جولتين أو ثلاث جولات من الاندماج.

وبعد 70 نانو ثانية تقريباً، ستصل الكرة إلى القاعدة الرئيسية. وما كان ليتسنى للضارب أن يرى الرامي، ناهيك عن الكرة، ذلك أن الضوء الذي يحمل تلك المعلومة سيصل في الوقت ذاته تقريباً الذي ستصل فيه الكرة. وستكون التصادمات مع الهواء قد أدت إلى تآكل الكرة بصورة كاملة تقريباً، وستكون قد أصبحت الآن عبارة عن سحابة، على شكل طلقة، من البلازما المتمددة (تتكون بشكل رئيسي من الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين) ترتطم بالهواء وتتسبب بمزيد من الاندماج في طريقها. وستصطدم قذيفة الأشعة السينية بالضارب أولاً، وبعد بضعة نانو ثانية، ستضرب سحابة الحطام.

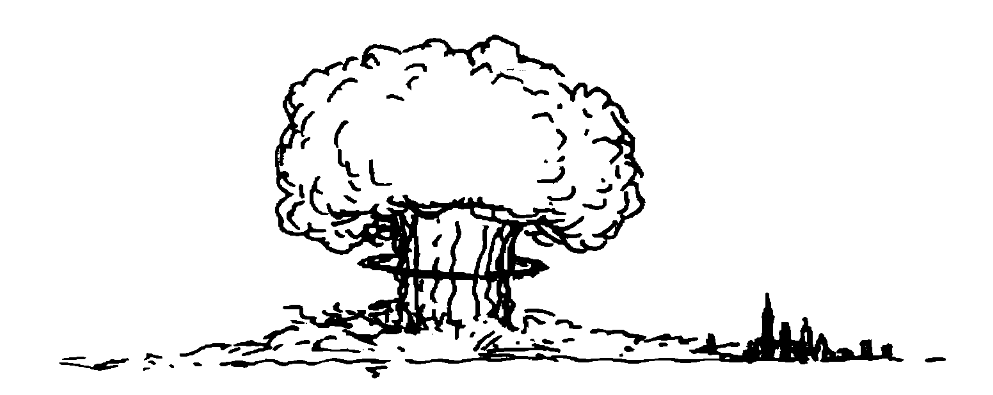


وعندما تصل السحابة إلى القاعدة الرئيسية، يكون مركز السحابة ما زال يتحرك بسرعة تبلغ جزءاً كبيراً من سرعة الضوء. سوف تضرب المضرب أولاً، ولكن الضارب والقاعدة وماسِك الكرة سيتم غرفهم وحملهم نحو الخلف عبر الحاجز الخلفي أثناء

تفتتهم. وستمدد قذيفة أشعة إكس والبلازما فائقة السخونة نحو الخارج ونحو الأعلى مبتلعة الحاجز الخلفي وكِلا الفريقين والمدرَّجات والأحياء المجاورة المحيطة - كل ذلك في أول ميكرو ثانية (جزء من مليون من الثانية).

افترض أنك تراقب من على قمة تلة خارج المدينة. إن أول شيء سوف تراه سيكون عبارة عن ضوء ساطع يأخذ الأبصار، أشد من نور الشمس بكثير. وسوف يتلاشى هذا تدريجياً في غضون بضعة ثوانٍ، وسترتفع كرة نارية يتزايد حجمها لتتحول إلى سحابة على شكل فِطر. بعدئذ، ومع هدير عظيم، ستصل موجة الانفجار مقتلِعة الأشجار ومدمِّرة المنازل.

وسيكون كل شيء ضمن ما يقارب مساحة ميل من الملعب قد تمت تسويته بالأرض، وسوف تعمل عاصفة نارية على ابتلاع المدينة المحيطة. وستكون ماسة كرة البيسبول، التي أصبحت الآن على شكل فوهة بركانية كبيرة، متمركزة على بعد بضعة مئات من الأقدام وراء الموقع السابق للحاجز الخلفي.



في هذه الحالة، تشير القاعدة (b) 6.08 لدوري كرة رياضة البيسبول إلى أن الضارب سيُعتبَر قد «أُصيب برمية،» ويكون مؤهلاً للتقدم نحو القاعدة الأولى.

بركة الوقود النووي المستهلك

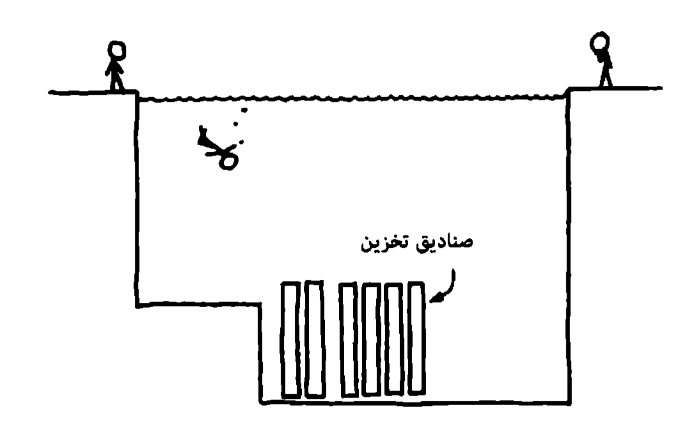
س. ماذا يحدث لو قمت بالسباحة في بركة وقود نووي مستهلَك نموذجية؟ هل أنا بحاجة للغوص لكي أتعرض فعلياً إلى جرعة قاتلة من الإشعاع؟ ما هي الفترة التي يمكنني البقاء فيها بأمان على السطح؟

- جوناثان باستيان - فيلياترولت

ج. بافتراض أنك سباح جيد إلى حد معقول، يمكنك البقاء على قيد الحياة وأنت تراوح مكانك طافياً على سطح الماء لفترة تتراوح ما بين 10 إلى 40 ساعة. بعد تلك المرحلة، سوف تفقد وعيك مؤقتاً من التعب وتغرق. وهذا صحيح أيضاً في بركة لا تحتوي على وقود نووي في القاع.

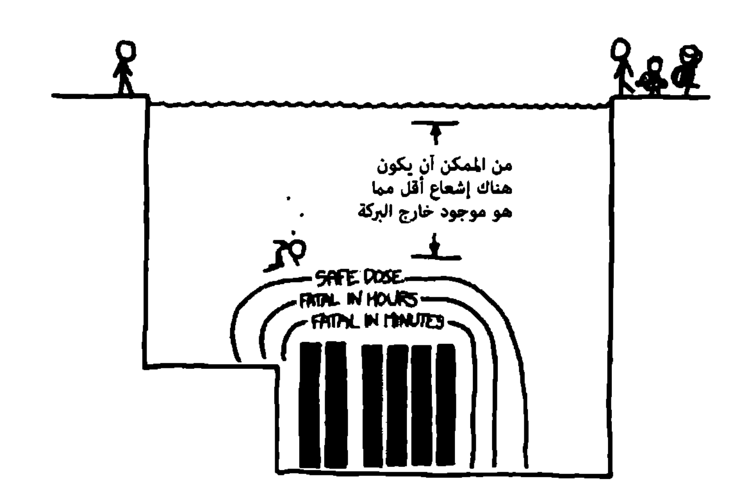
الوقود المستهلَك من المفاعلات النووية يكون مشعاً للغاية. ويعتبَر الماء جيداً للحماية من الإشعاع وللتبريد، على حد سواء، لذلك يُخزَّن الوقود في قيعان البرك لبضعة عقود إلى أن يصبح خاملاً بما يكفي لكي يُنقَل إلى داخل صناديق جافة. في الواقع، لم نتفق بعد على مكان وضع تلك البراميل الجافة. ربما سنكتشف يوماً ما ذلك الأمر.

وفيما يلي الشكل الهندسي لبركة نموذجيه لتخزين الوقود النووي:



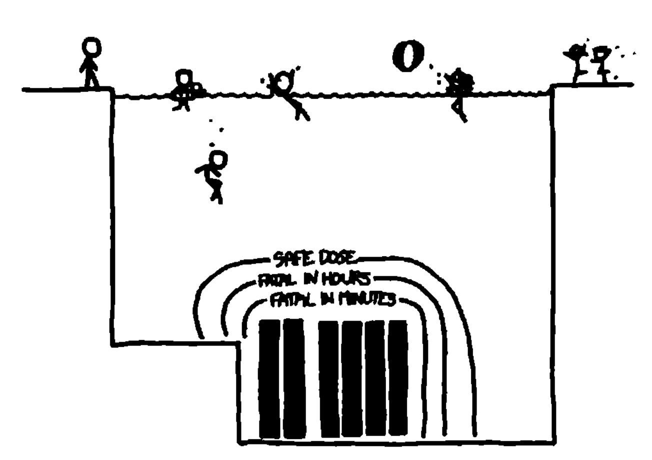
لن تشكل الحرارة مشكلة كبيرة، فمن الممكن نظرياً أن تصل درجة حرارة المياه إلى 50 °مئوية، ولكنها عملياً تتراوح عادة ما بين 25 °مئوية و 35 °مئوية - أدفأ من معظم البرك، ولكنها أبرد من حوض استحمام ساخن.

إن قضبان الوقود الأكثر إشعاعاً تكون تلك التي تمت إزالتها مؤخراً من مفاعل ما. وبالنسبة لأنواع الإشعاع التي تأتي من الوقود النووي المستهلَك، فإن كل 7 سنتيمترات من الماء تُخفِّض كمية الإشعاع بمقدار النصف. وبناء على مستويات النشاط المقدَّمة من قِبل شركة أونتاريو هايدرو في هذا التقرير، ستكون هذه هي منطقة الخطر لقضبان الوقود الجديدة:



السباحة إلى القاع، ولمس صندوق وقود حديث بمرفقيك، ومن ثم السباحة مباشرة نحو الأعلى ستكون، على الأرجح، كافية لقتلك.

ومع ذلك، خارج الحدود الخارجية، يمكنك السباحة في كل مكان قدر ما تشاء - ستكون الجرعة من الوسط أقل من جرعة إشعاع الخلفية العادية التي ستحصل عليها عند التجول. في الواقع، طالما أنك تحت الماء، ستكون محمياً من معظم جرعة إشعاع الخلفية العادية تلك. وربما أنك فعلياً ستحصل على جرعة إشعاعية أقل من خلال المراوحة في مكانك طافياً على سطح الماء في بركة وقود مستهلَك مقارنة بتجولك في الشارع.



تذكر: أنا رسام كاريكاتير. إن اتبعت نصيحتي بخصوص السلامة حول المواد النووية، فربما أنك تستحق كل ما يحدث لك.

هذا في حال سارت كل الأمور كما هو مخطط لها. إذا كان هناك تآكل في أغلفة قضبان الوقود المستهلَك، فقد يكون هناك بعض نواتج الانشطار في الماء. إنها تقوم بعمل جيد جداً في المحافظة على نظافة المياه، وهي لن تؤذيك عند السباحة فيها، ولكنها ستكون مشعة إلى درجة كافية بحيث لن يكون قانونياً بيعها كمياه معبأة[1].

نحن نعرف أن برك الوقود المستهلَك من الممكن أن تكون آمنة للسباحة ذلك أنه تتم العناية بها بصورة روتينية من قِبل غواصين بشريين.

(1) وهو أمر سيء للغاية - ستكون بمثابة مشروب طاقة جهنمي.

إلا أنه ينبغي على هؤلاء الغواصين أن يكونوا حذرين.

في 31 آب/ أغسطس 2010، كان أحد الغواصين يقوم بأعمال صيانة دورية لبركة الوقود المستهلَك في مفاعل ليبشتات في سويسرا. وقد رصد قطعة أنبوب غير معروفة ماهيتها في قاع البركة. وأبلغ رئيسه عن ذلك بواسطة الراديو لمعرفة ما ينبغي فعله، فطُلب منه وضعه في سلة أدواته، وقد فعل ذلك. ونتيجة لضجيج الفقاعات في البركة لم يسمع منبهه الإشعاعي.

عندما رُفعَت سلة المعدات من الماء، انطلقت منبهات الإشعاع في الغرفة. وتم إعادة إلقاء السلة في الماء وغادر الغواص البركة. وقد أظهر جهاز قياس الإشعاع الخاص بالغواص أنه تلقى جرعة أعلى من العادية في كافة أنحاء جسده. وكانت الجرعة في يده اليمنى مرتفعة للغاية.

وتبين أن الجسم كان أنبوب حماية من جهاز رصد إشعاعي في قلب المفاعل، وأصبح مشعاً للغاية بفعل تدفق النيترونات. لقد تم قصه عن طريق الخطأ أثناء إغلاق كبسولة في العام 2006. وقد غرق نحو زاوية بعيدة في البركة، حيث مكث بدون أن يلاحظه أحد لمدة أربع سنوات.

لقد كانت قطعة الأنبوب مشعة للغاية إلى درجة أنه لو دسها في حزام الأدوات أو في حقيبة ظهر، حيث تقبع قريبة من جسده، لكان من الممكن أن يموت. وإن صح التعبير، عملت المياه على حمايته، وفقط يده -وهي جزء من الجسم أكثر مقاومة للإشعاعات من أعضاء الجسم الداخلية- تلقت جرعة كبيرة.



وهكذا، عندما يتعلق الأمر بالسلامة أثناء السباحة، فإن خلاصة القول تتمثل في أنك ربما تكون على ما يرام طالما أنك لم تقم بالغوص إلى قاع البركة أو تلتقط أي شيء غريب.

ولكن من أجل الاطمئنان فقط، اتصلت بصديق لي يعمل في مفاعل للأبحاث، وسألته عن رأيه فيما يمكن أن يحدث لأي شخص حاول أن يسبح في بركتهم لاحتواء الإشعاع.

«في مفاعلنا؟» فكر لبرهة بشأن ذلك. ثم قال، «سوف تموت بسرعة، قبل أن تصل إلى الماء، بسبب إصابتك بجروح من الطلقات النارية.»

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 1

س. هل من الممكن جعل أسنانك تبرد إلى درجة حرارة منخفضة جداً إلى درجة أنها ستتحطم عند تناول فنجان ساخن من القهوة؟

- شيلبي هيبرت



س. كم عدد المنازل التي تُحرَق في الولايات المتحدة كل سنة؟ وما هي الطريقة الأسهل لزيادة هذا العدد بقدر كبير (لنقل، على الأقل بنسبة 15%)؟

- مجهول



آلة زمن على النمط النيويوركي

س. أفترضُ أنه عندما تسافر إلى الوراء في الزمن سينتهي بك الأمر في الموقع ذاته على سطح الأرض. على الأقل هذا هو ما جرت عليه الأمور في أفلام العودة إلى المستقبل. إذا كان الأمر كذلك، كيف سيبدو الأمر إن سافرت إلى الوراء في الزمن، منطلقاً من تايمز سكوير في نيويورك، 1000 سنة؟ 10,000 سنة؟ 100,000 سنة؟ 1,000,000 سنة؟ 1,000,000,000 سنة؟ ماذا عن 1,000,000 سنة قادمة؟

- مارك ديتلينغ

1000 سنة إلى الوراء

كانت مانهاتن مأهولة باستمرار على مدى الـ 3000 سنة الماضية، وربما استوطنها البشر لأول قبل 9000 سنة.

في القرن السابع عشر، عندما وصل الأوروبيون، كانت المنطقة مأهولة من قِبل شعب اللنابي (Lenape)[1]. وكان اللنابي اتحاد فضفاض لقبائل كانت تعيش فيما يُعرف الآن بـ كونيتيكت ونيويورك ونيوجيرسي وديلاوير.

(1) معروف أيضاً بوصفه الديلاويريون.

قبل ألف سنة، ربما كانت المنطقة قد سُكِنَت من قِبل مجموعة مشابهة من القبائل، إلا أن هؤلاء السكان عاشوا نصف ألفية قبل الاتصال بالأوروبيين. وهم مختلفون تماماً عن لنابي القرن السابع كما يختلف لنابي القرن السابع عشر عن العصر الحديث.

من أجل رؤية ما كانت تبدو علية تايمز سكوير قبل أن تكون هناك مدينة، نلتفت إلى مشروع رائع يدعى **ويليكيا**، والذي نما من مشروع أصغر اسمه **مانّاهاتّا**. وقد أنتج مشروع ويليكيا خريطة بيئية للمشهد الطبيعي لمدينة نيويورك وقت وصول الأوروبيين.

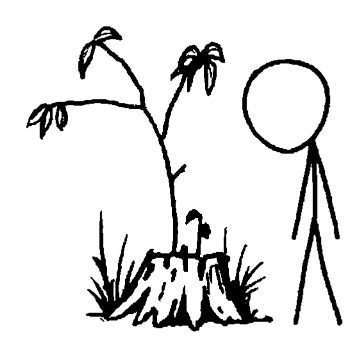
والخريطة التفاعلية، المتوفرة على الإنترنت على موقع *welikia.org*، تمثل لقطة رائعة لنيويورك مختلفة. في العام 1609، كانت جزيرة مانهاتن جزءاً من مشهد طبيعي من التلال المتموجة والمستنقعات والغابات والبحيرات والأنهار.

ربما كانت تايمز سكوير قبل 1000 سنة تبدو بيئياً مشابهة لتايمز سكوير كما وُصفت من قِبل ويليكيا. وربما كانت، ظاهرياً، مشابهة للغابات المعمِّرة التي لا تزال موجودة في مواقع قليلة في شمال شرق الولايات المتحدة. إلا أنه لا بد أن تكون هناك بعض الاختلافات الملحوظة.

قبل 1000 سنة، لا بد أنه كان يوجد عدد أكبر من الحيوانات الضخمة. إن الرقع المنفصلة من الغابات المعمِّرة في الوقت الحالي، والواقعة في الشمال الشرقي، تعتبر خالية تقريباً من الحيوانات المفترسة الكبيرة، فلدينا عدد قليل من الدببة والذئاب وذئاب البراري، وعملياً، لا توجد أسود جبلية. (من ناحية أخرى، ازداد عدد الغزلان عندنا زيادة هائلة، ويعود ذلك، جزئياً، إلى التخلص من الحيوانات المفترسة الكبيرة.)

لقد كانت الغابات في نيويورك قبل 1000 سنة مليئة بشجر الكستناء. فقبل انتشار آفة في بداية القرن العشرين، كانت الغابات في شمال شرقي أمريكا تحتوي على شجر الكستناء بنسبة 25٪. والآن لم يبقَ سوى جذوعها.

ما زال بإمكانك في الوقت الحاضر أن تصادف بعضاً من هذه الجذوع في غابات نيوإنجلاند. إنها تنبِت براعم جديدة بشكل دوري، إلا أننا نراها تذبل عندما تسيطر الآفة. يوماً ما، وقبل مرور فترة طويلة، سوف تموت آخر الجذوع.



ستكون الذئاب منتشرة بكثرة في الغابات، لا سيما مع توغلك في البر. كما قد تصادف أسوداً جبلية[1][2][3][4][5]، وكذلك حماماً زاجلاً[6].

هناك شيء واحد لن تراه: ديدان الأرض. لم يكن هناك ديدان أرض في نيوإنجلاند عندما وصل المستعمرون الأوروبيون. لمعرفة سبب عدم وجود الديدان، دعنا نتخذ خطوتنا التالية إلى الوراء في الماضي.

قبل 10،000 سنة

كانت الأرض قبل 10,000 سنة تخرج للتو من فترة برودة شديدة.

وتوارت الصفائح الجليدية الضخمة التي كانت تغطي نيوإنجلاند. وقبل 22,000 سنة، كان الطرف الجنوبي للثلج يوجد قرب جزيرة ستاتن، ولكن بحلول

(1) المعروفة أيضاً بالكوجر أو الأسد الأميركي.
(2) المعروفة أيضاً بالبوما.
(3) المعروفة أيضاً بالكاتاماونت.
(4) المعروفة أيضاً بالفهود.
(5) المعروفة أيضاً بالقطط المرسومة.
(6) على الرغم من أنك قد لا ترى سحباً من تريليونات الحمام التي قابلها الأوروبيون. ويناقش تشارلز سي. مان، في كتابه 1491، أن الأسراب الضخمة التي شوهدت من قِبل المستوطنين الأوروبيين ربما تكون أحد أعراض النظام البيئي المضطرب الذي شوشه وصول الجدري ونبات البلوغراس ونحل العسل.

18,000 سنة ماضية كانت قد تراجع نحو الشمال بعد يونكرز[1]. وبحلول وقت وصولنا، قبل 10,000 سنة، كان الثلج قد تراجع إلى حد كبير عبر حدود كندا الحالية.

وقامت الصفائح الجليدية بتعرية المشهد الطبيعي وصولاً إلى صخر الأديم. وعلى مدى الـ 10,000 سنة التالية، بدأت الحياة تتسلل عائدة ببطء باتجاه الشمال. وقد انتقلت بعض الأنواع نحو الشمال بسرعة أكبر من غيرها. وعندما وصل الأوروبيون إلى نيوإنجلاند، لم تكن ديدان الأرض قد عادت بعد.

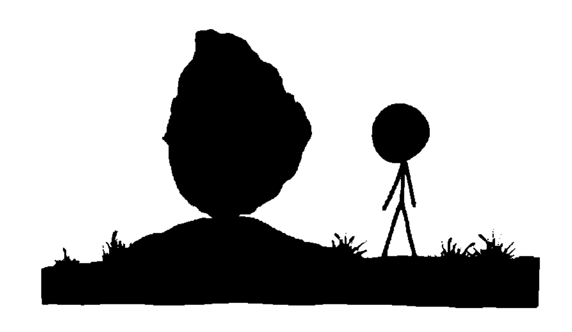
عندما انسحبت الصفائح الجليدية، انفصلت قطع كبيرة من الثلج وتُرِكت.



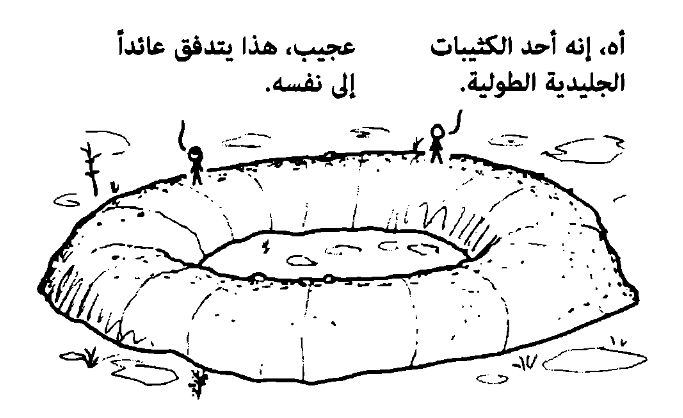
وعندما ذابت هذه القطع، خلَّفت منخفضات في الأرض مليئة بالماء تُسمى **برك القِدَر الجليدية** (kettlehole ponds). وتعتبر بحيرة أوكلاند، قرب الطرف الشمالي لـ سبرينغفيلد في كوينز، واحدة من هذه القِدَر الجليدية. كما أسقطت الصفائح الجليدية صخوراً كانت قد التقطتها في رحلتها. ويُطلَق على بعض هذه الصخور اسم **الصخور الجليدية الكاذبة** (glacial erratics)، ومن الممكن العثور عليها في سنترال بارك الحالي.

---

(1) أي، الموقع الحالي لـ يونكرز. فربما أنها لم تكن تسمى «يونكرز» حيث أن «يونكرز» هو اسم مشتق من الهولندية يعني مستوطنة، ويعود لأواخر القرن السابع عشر. من ناحية أخرى، يناقش البعض أن موقعاً اسمه «يونكرز» كان موجوداً دائماً، وفي الواقع أنه يسبق البشر والأرض ذاتها. أعني، أُخمن أنني أنا فقط من يناقش ذلك، ولكنني صريح جداً.



تحت الثلج، تدفقت أنهار من الثلج الذائب تحت ضغط عالٍ، مُرسِّبة رمالاً وحصى في طريقها. وهذه الترسبات، التي تبقى كأخاديد، تُسمى **كثيبات جليدية طولية** (eskers)، وتمتد في كافة أنحاء المشهد الطبيعي في الغابات خارج منزلي في بوسطن. وهي السبب في تشكُّل مجموعة متنوعة من المعالم الطبيعية الغريبة الشكل، بما في ذلك قاع النهر الذي على شكل حرف U، والوحيد في العالم.



قبل 1,00,000 سنة

ربما أن العالم قبل 100,000 سنة كان يشبه عالمنا إلى حد كبير[1]. نحن نعيش في حقبة من التجلُّد النابض السريع، إلا أن مناخنا كان لمدة 10,000 سنة مستقراً[2] ودافئاً.

---

(1) إلا أنه مع عدد أقل من لوحات الإعلان.

(2) حسناً. كان. نحن نوقف ذلك.

قبل مائة ألف سنة، كانت الأرض قريبة من نهاية فترة مماثلة من الاستقرار المناخي. لقد كانت تسمى مرحلة **السانغامون البين جليدية**، وربما أنها دعمت تطور بيئة كانت ستبدو مألوفة بالنسبة لنا.

كانت جغرافية الشواطئ مختلفة تماماً. فقد كانت جزيرة ستاتن وجزيرة لونغ ونانتكت ومارثاز فاينيارد جميعها نواتئ دُفعَت من قِبل تقدم الثلج الذي حدث مؤخراً والذي كان يعمل كما لو كان جرافة. فقبل مائة ألف عام كانت هناك جزر أخرى مختلفة متناثرة على الساحل.

سيكون من الممكن إيجاد الكثير من حيوانات اليوم في تلك الغابات -طيور، سناجب، غزلان، ذئاب، دببة سوداء- ولكن سيكون هناك قليل من الإضافات الدرامية. لكي نعرف عنها، سوف نوجه اهتمامنا نحو لغز شائك القرون.

يعتبر شائك القرون الحديث (الظبي الأميركي) بمثابة أحجية. إنه عداء سريع - إنه في الواقع أسرع كثيراً مما يحتاج أن يكون عليه، إذ أنه يستطيع العدو بسرعة 55 ميلاً في الساعة، والاحتفاظ بتلك السرعة لمسافات طويلة. ومع ذلك، فإن أسرع مفترسيه، الذئاب وذئاب البراري، بالكاد تستطيع العدو لمسافة قصيرة بسرعة 35 ميلاً في الساعة. لماذا طوَّر شائك القرون مثل تلك السرعة؟

الجواب هو أن العالَم الذي تطور فيه شائك القرون كان أخطر بكثير من عالمنا الحالي. فقبل مائة ألف سنة، كانت غابات أمريكا الشمالية موطناً لكانس ديرس (الذئب الرهيب) وأركتودس (الدب العملاق قصير الوجه) وسميلودون فاتاليس (القط سيفي الأنياب) وكل منها ربما كان أسرع وأكثر فتكاً من الحيوانات المفترسة الحديثة. وقد ماتت جميعها في حَدَث الانقراض الرباعي، الذي وقع بعد فترة قصيرة من قيام أول البشر باستعمار القارة[1].

وإذا عدنا إلى الوراء أكثر قليلاً، سنقابل حيواناً مفترساً مخيفاً آخر.

---

(1) إن سأل شخص ما، محض صدفة.

قبل 1،000،000 سنة

قبل مليون سنة، وقبل الحلقة الأحدث من العصور الجليدية، كان العالم دافئاً إلى حد ما. وكان ذلك في منتصف الفترة الرباعية. وكانت العصور الجليدية العظيمة الحديثة قد بدأت قبل تلك الحقبة بعدة ملايين من السنين، إلا أنه كان هناك ركود في تقدم وتراجع الأنهار الجليدية، وكان المناخ مستقراً نسبياً.

وإلى الحيوانات المفترسة التي تعرفنا عليها سابقاً، تلك المخلوقات سريعة العدو التي ربما أنها كانت تفترس شائك القرون؛ انضم آكل لحوم آخر مرعب، إنه ضبع ذو أطراف طويلة ويشبه الذئب الحديث. لقد كان من الممكن العثور على الضباع بصورة رئيسية في إفريقيا وآسيا، ولكن عندما هبط مستوى البحر، قام أحد الأنواع بعبور مضيق بيرنينغ إلى أمريكا الشمالية. ونظراً لأنه النوع الوحيد من الضباع الذي فعل ذلك، فقد أطلِق عليه اسم تشازمبورثيتيس، والذي يعني «الذي شاهد الوادي.»

عقب ذلك، سيأخذنا سؤال مارك في قفزة هائلة عبر الزمن إلى الوراء.

قبل 1،000،000،000 سنة

قبل مليار سنة، كانت الصفائح القارية مجتمعة مع بعضها البعض في قارة عملاقة عظيمة واحدة. وهذه لم تكن القارة العملاقة المعروفة **بانجيا** - لقد كانت **رودينيا**، سلَف بانجيا. إن السجل الجيولوجي متقطع كثيراً. ولكن أفضل ما يمكننا أن نخمنه يبدو شيئاً كهذا:



في زمن رودينيا، لم يكن صخر الأديم الذي يقبع تحت مانهاتن قد تشكل بعد، ولكن الصخور العميقة لأمريكا الشمالية كانت قد أصبحت قديمة فعلياً. وذلك الجزء من القارة الذي يمثل مانهاتن في الوقت الحاضر، ربما أنه كان داخل منطقة البر متصلاً مع ما يُعرَف الآن بأنغولا وجنوب إفريقيا.

في هذا العالم القديم، لم يكن هناك أي نباتات ولا أي حيوانات. وكانت المحيطات تعج بالحياة، ولكنها كانت حياة بسيطة لكائنات وحيدة الخلية. وعلى سطح الماء كانت هناك بُسُط من الطحالب الزرقاء - الخضراء.

لقد كانت هذه المخلوقات البسيطة أكثر الكائنات القاتلة دموية في تاريخ الحياة.

كانت الطحالب الزرقاء - الخضراء، أو **الزراقم**، أول الكائنات التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي. لقد كانت تستنشق ثاني أكسيد الكربون وتزفر الأكسجين. والأكسجين غاز غير مستقر، وهو يجعل الحديد يصدأ (عملية أكسدة) ويجعل الخشب يحترق (أكسدة نشطة). وعندما ظهرت الزراقم لأول مرة، كان الأكسجين الذي تزفره ساماً بالنسبة لجميع أشكال الحياة الأخرى، تقريباً. والانقراض الناجم عن ذلك يُسمى **كارثة الأكسجين**.

بعد أن قامت الزراقم بملء الغلاف الجوي للأرض والماء بالأكسجين السام، تطورت مخلوقات استفادت من طبيعة الغاز غير المستقر لتمكين عمليات بيولوجية جديدة. ونحن أحفاد أولئك متنفِّسي الأكسجين الأوائل.

الكثير من تفاصيل هذا التاريخ تبقى غير مؤكدة. فمن الصعوبة بمكان تشكيل انطباع عن العالم قبل مليار سنة. ولكن سؤال مارك يأخذنا الآن إلى نطاق حتى أكثر غموضاً: المستقبل.

1,000,000 سنة إلى الأمام

في نهاية المطاف، سيفنى جميع البشر. لا أحد يعلم متى[1]، ولكن لا شيء يعيش إلى الأبد. ربما سننتشر إلى النجوم ونستمر بالبقاء لمليارات أو تريليونات السنين. وربما ستنهار

---

(1) إذا كنت تعرف، أرسل إلي رسالة بالبريد الإلكتروني.

الحضارة، ونستسلم للمرض والمجاعة، وآخرنا سيتم التهامهم من قِبل القطط. وربما سنُقتَل جميعنا من قِبل الروبوتات المنمنمة بعد ساعات من قراءتك لهذه الجملة. ليست هناك طريقة لمعرفة ذلك.

إن مليون سنة هو وقت طويل. إنه أطول عدة مرات من الفترة التي تواجد فيها الجنس البشري، وأطول بمئات المرات من الزمن الذي كان لدينا فيه لغة مكتوبة. يبدو منطقياً افتراض أنه كيفما تجري أحداث القصة البشرية، فإنه في مليون سنة سوف تكون قد خرجت من مرحلتها الحالية.

من دوننا، سوف تستمر جيولوجيا الأرض في طحنها. فالرياح والأمطار والرمال التي تحركها الرياح ستعمل على تحليل ودفن قطع حضارتنا التي أبدعها البشر. وسيؤدي التغير المناخي، الذي تسبَّب به الجنس البشري، إلى تأخير العصر الجليدي التالي، ولكننا لم نقم بإنهاء دورة العصور الجليدية. وفي نهاية المطاف، سوف تتقدم الأنهار الجليدية مرة أخرى. بعد مليون سنة من الآن، سيكون هناك القليل من الأشياء التي صنعها البشر.

ربما أن آخر أثر لنا سيكون تلك الطبقة من المواد البلاستيكية التي خلفناها وراءنا في كافة أرجاء الكوكب. ومن خلال استخراج النفط من باطن الأرض ومعالجته ليتحول إلى بوليمرات معمِّرة، ونشرها في كافة أنحاء سطح الأرض، نكون قد تركنا بصمة يمكنها أن تصمد أكثر من أي شيء آخر نفعله.

سوف تصبح منتجاتنا البلاستيكية مفتتة ومدفونة، وربما أن بعض الميكروبات ستتعلم كيف تهضمها، ولكن من المؤكد تقريباً أنه، بعد مليون سنة من الآن، سيكون هناك في مكان ما طبقة من الهيدروكربونات المعالَجة -قطع متحولة من علب الشامبو وأكياس التسوق الخاصة بنا- وسوف تكون بمثابة نصب تذكاري كيماوي لحضارتنا.

المستقبل البعيد

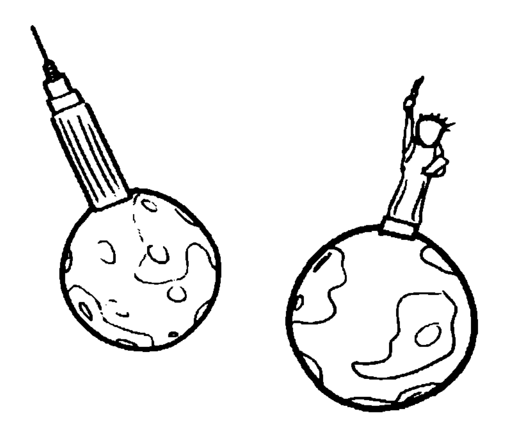
يزداد سطوع الشمس تدريجياً. ولمدة ثلاث مليارات سنة، عمل نظام معقد من حلقات التغذية الراجعة على حفظ درجة حرارة الأرض ثابتة نسبياً مع كون الشمس قد أصبحت أكثر سخونة بشكل مطرد.

خلال مليار سنة، تكون حلقات التغذية الراجعة هذه قد توقفت عن أداء عملها. وستكون محيطاتنا، التي أنعشت الحياة وحافظت على برودتها، قد تحولت إلى أسوأ أعدائها، حيث أنها ستكون قد تعرضت للغليان وتبخرت بفعل الشمس الحامية، مغلِّفة الكوكب بغطاء كثيف من بخار الماء ومتسبِّبة بظاهرة احتباس حراري خارجة عن السيطرة. وفي غضون مليار سنة، ستصبح الأرض كوكب زُهرة ثانٍ.

ومع ارتفاع درجة حرارة الكوكب، قد نخسر مياهنا بصورة كاملة ويصبح لدينا غلاف جوي من بخار الصخور، حيث أن القشرة ذاتها تبدأ بالغليان. وفي نهاية المطاف، بعد عدة مليارات أخرى من السنين، سنكون قد تم التهامنا من قِبل الشمس المتمددة.

وستكون الأرض قد تحولت إلى رماد، وربما أن الكثير من الجزيئات التي كانت تتكون منها ساحة تايمز سكوير ستكون قد اندفعت بعيداً بفعل موت الشمس. وسوف تنساب هذه السحب من الغبار عبر الفضاء، ربما مُنهارة لتكوِّن نجوماً وكواكب جديدة.

إذا ابتعد البشر عن النظام الشمسي وعمَّروا أكثر من الشمس، فقد يعيش أحفادنا يوماً ما على أحد هذه الكواكب. وسوف تشكِّل ذرات من ساحة تايمز سكوير، أُعيد تدويرها عبر قلب الشمس، أجسادنا الجديدة.



يوماً ما، إما أننا سنكون جميعنا في عداد الموتى، أو سوف نكون جميعنا نيويوركيين.

رفاق الروح

س. ماذا لو كان لكل شخص رفيق روح واحد فقط، شخص عشوائي في مكان ما في العالم؟

- بنجامين ستافين

ج. أي كابوس سيكون ذلك .

هناك الكثير من المشاكل مع مفهوم رفيق روح عشوائي منفرد، كما عبّر عن ذلك تيم مينشن في أغنيته «لو لم تكوني لي»:

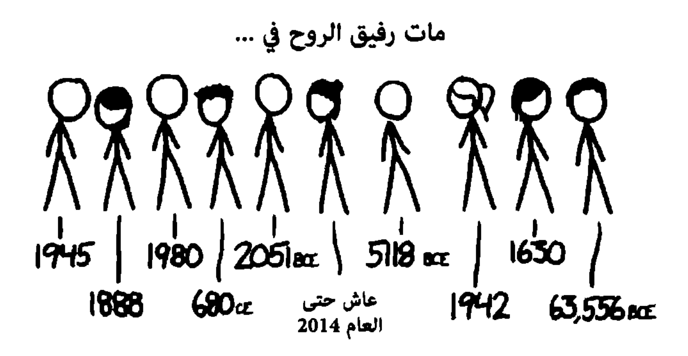
حبك واحد في المليون
لا يمكنك أن تشتريه بأي ثمن
ولكن من بين 999 ,9 مائة ألف حب آخر،
إحصائياً، سيكون بعضهم لطيفين بالدرجة ذاتها.

ولكن ماذا لو كان لدينا رفيق روح واحد مثالي تم تخصيصه عشوائياً، ولم يكن بإمكاننا أن نكون سعداء مع أي شخص آخر؟ هل سنعثر على بعضنا البعض؟

سوف نفترض أن رفيق روحك يتم اختياره عند الولادة، وأنت لا تعرف أي شيء عنه أو أين هو، ولكن -كما في العبارة الرومانسية المأثورة- سوف تتعرفان على بعضكما البعض في اللحظة التي تلتقي بها أعينكما.

من شأن هذا أن يثير بضعة أسئلة على الفور. بادئ ذي بدء، هل سيكون رفيق روحك ما زال على قيد الحياة؟ لقد عاش مائة مليار شخص منذ بدء الخليقة، ولكن سبعة

مليارات فقط في عداد الأحياء في الوقت الحالي (وذلك يعطي حالة البشر معدل وفاة بنسبة 93٪). لو أنه كان قد تم ربطنا جميعاً عشوائياً، لكان 90٪ من رفاق أرواحنا قد فارقوا الحياة منذ أمد بعيد.



إن ذلك يبدو رهيباً. ولكن انتظر، إن الأمر يصبح أسوأ: من خلال مناقشة بسيطة يتبين أنه لا يمكننا أن نقتصر فقط على ما مضى من بني البشر. بل ينبغي أن نُضمِّن عدداً غير معروف من الناس القادمين في المستقبل أيضاً. إذا كان رفيق الروح في الماضي البعيد، عندئذ لا بد أن يكون من الممكن لرفاق الروح أن يكونوا في المستقبل البعيد. لا تنسى أن رفيق روح رفيق روحك كذلك.

لنفترض أن رفيق روحك يعيش في الفترة الزمنية ذاتها التي تعيش فيها أنت. علاوة على ذلك، من أجل عدم جعل الأمر منفراً، سوف نفترض أنه يقع ضمن سنوات قليلة من عمرك، (وهذا أكثر صرامة من معادلة فرق العمر المعيارية المنفرة[1]، ولكن إن افترضنا أن شخصاً في سن الثلاثين وآخر في سن الأربعين يمكنهما أن يكونا رفيقيّ روح، عندئذ فإن قاعدة النفور تنتَهَك إن تقابلا مصادفة قبل 15 سنة.) مع قيد العمر ذاته، معظمنا سيكون لديه تجمع من حوالى نصف مليار شخص ملائم محتمل.

(1) xkcd, «Dating pools,» *http://xkcd.com/314*.

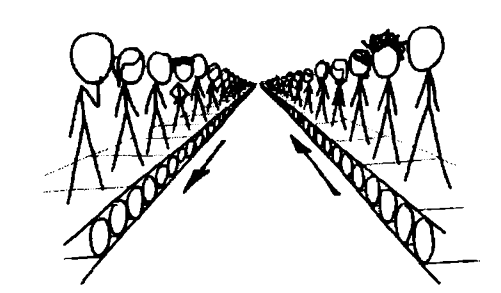
ولكن ماذا عن نوع الجنس والميول الجنسية؟ والثقافة؟ واللغة؟ يمكننا الاستمرار باستخدام التركيبة السكانية لمحاولة تضييق الأمور أكثر. ولكننا بذلك سوف نبتعد عن فكرة رفيق الروح العشوائي. في السيناريو الخاص بنا، لن يكون بإمكانك أن تعرف أي شيء بشأن من هو رفيق روحك إلى أن تنظر في عينيه. كل شخص سيكون له توجّه واحد: نحو رفيق روحه.

إن احتمالات الالتقاء مصادفة برفيق روحك ستكون ضئيلة للغاية بصورة لا تُصدق. إن عدد الغرباء الذين تلتقي أعيننا بأعينهم كل يوم يمكن أن يتفاوت من لا شيء، تقريباً، (أشخاص محصورون في أماكن مغلقة أو في بلدات صغيرة) إلى آلاف كثيرة (مثل ضابط شرطة في ساحة تايمز سكوير). ولكن دعنا نفترض أن عينيك تلتقيان بالمعدل مع بضعة عشرات من الغرباء كل يوم. (أنا انطوائي إلى حد كبير، لذا فإن هذا يُعتبَر بالنسبة لي تقديراً سخياً.) وإذا كان 10 بالمائة من أولئك قريبين من عمرك، فذلك يعني أن عددهم سيكون حوالى 50,000 شخص طوال العمر. ونظراً لأن لديك 500,000,000 رفيق روح محتمل، فهذا يعني أنك ستعثر على حب حقيقي في فترة حياة واحدة فقط من بين 10,000.

وجد رفيق الروح

وحيد للأبد

مع خطر الموت وحيداً يلوح بشكل بارز جداً، يمكن للمجتمع أن يعيد الهيكلة لمحاولة تمكين أكبر قدر ممكن من الاتصال بالأعين. يمكننا تركيب أحزمة ناقلة ضخمة لتحريك طوابير من الناس ليمروا ببعضهم البعض ...



... نعم، مؤخرة أخرى.
ولكن يمكن أن تكون مؤخرة رفيقة روحي.

... ولكن إذا كان أثر التواصل بالأعين يعمل بنجاح بواسطة آلات تصوير الويب، قد يكون بإمكاننا فقط استخدام نسخة معدلة من تشاتروليت.

إذا قام كل شخص باستخدام النظام لمدة ثماني ساعات في اليوم، سبعة أيام في الأسبوع، وإذا كان الأمر يتطلب بضع ثوانٍ لتحديد ما إذا كان شخص ما هو رفيق روحك، فمن الممكن لهذا النظام -نظرياً- أن يجمع كل شخص مع رفيق روحه في غضون بضعة عقود. (أجريتُ نمذجة على بضعة أنظمة بسيطة لتقدير السرعة التي يمكن للأشخاص أن يشكلوا فيها أزواجاً ويتركوا تجمُّع العازبين. وإذا كنت ترغب في المضي قدماً ومحاولة حساب وضع معين، فربما يمكنك البدء بالنظر إلى مشاكل التشويش.)

في العالم الحقيقي، كثير من الناس لديهم صعوبة في العثور على أي وقت على الإطلاق للرومانسية -وقلة هم من يستطيعون تخصيص عقدَين لها. لذا، ربما سيكون بوسع الأطفال الأثرياء فقط إضاعة الوقت على روليت رفيق الروح. ومن سوء حظ الـ 1٪ المعروفة، فإن معظم رفاق أرواحهم ستكون موجودة في الـ 99٪ الأخرى، وإذا قام 1 بالمائة فقط من الأثرياء باستخدام الخدمة، عندئذ، سيجد 1 بالمائة من تلك الواحد بالمائة، الشخص المناسب من خلال النظام- واحد في 10.000.

وسيكون لدى الـ 99 بالمائة الأخرى من الـ 1 بالمائة[1] حافز لإدخال مزيد من الناس في النظام. وربما سيقومون برعاية مشاريع خيرية لإيصال الحواسيب إلى بقية العالم -جهاز هجين من لاب توب واحد لكل طفل وأوكيه كوبيد. وستصبح مهن مثل «أمين صندوق» و«ضابط شرطة في تايمز سكوير» عبارة عن مكافآت ذات منزلة رفيعة بسبب إمكانيات التواصل بالأعين. وسوف يتوافد الناس أفواجاً باتجاه المدن والتجمعات العامة للعثور على الحب- تماماً كما يفعلون الآن.

(1) «نحن الصفر نقطة تسعة وتسعون (0.99) بالمائة!»

ولكن حتى لو قامت حفنة منا بقضاء سنوات على روليت رفيق الروح، ومجموعة أخرى منا تدبرت أمرها في شَغْل وظائف تمكِّنهم من التواصل بالأعين مع غرباء، فإن أقلية ضئيلة فقط منا ستتمكن من العثور على الحب الحقيقي. والبقية الباقية منا لن يحالفها الحظ.

ونظراً لكل ما يرافق ذلك من توتر وضغط، فإن بعض الناس سوف يلفقون الأمر. ستكون لديهم رغبة في الانضمام إلى النادي، لذلك سوف يجتمع كل منهم مع شخص آخر وحيد ويدبِّر أمر لقاء رفيق روح زائف. سوف يتزوجون، ويُخفون مشاكل علاقتهم، ويبذلون قصارى جهدهم لإظهار السعادة في وجوههم أمام أصدقائهم وأسرهم.

إن عالماً من رفاق الروح العشوائيين سيكون عبارة عن عالم يتسم بالوحدة. دعونا نأمل أن ذلك ليس هو العالم الذي نعيش فيه.

مؤشر ليزر

س. لو قام كل شخص في الأرض، في الوقت ذاته، بتوجيه مؤشر ليزر نحو القمر، هل سيتغير لونه؟

- بيتر ليبوفيتش

ج. ليس إن استعملنا مؤشرات ليزر عادية.

أول ما يجب أخذه بالاعتبار هو أنه لا يستطيع الجميع رؤية القمر في الوقت ذاته. قد يكون بإمكاننا جمع كل الأشخاص في بقعة واحدة، ولكن دعنا نختار وقتاً يكون القمر فيه مرئياً لأكبر عدد ممكن من الناس. وحيث أن 75 بالمائة من سكان العالم يعيشون بين خطي 0° شرقاً و120° شرقاً، فينبغي علينا أن نحاول ذلك بينما يكون القمر في مكان ما فوق بحر العرب.

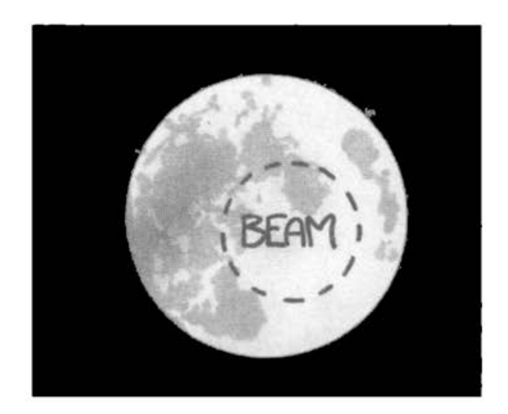
يمكننا محاولة إنارة القمر إما عندما يكون مُحاقاً أو عندما يكون قمراً مكتملاً. في مرحلة المُحاق يكون القمر أكثر قتامة، ما يجعل مشاهدة ليزراتنا أمراً أسهل. ولكن المُحاق يعتبر هدفاً أصعب، لأنه يكون في الغالب مرئياً أثناء النهار - ما يؤدي إلى إزالة الأثر.

دعنا نختار مرحلة التربيع الأول، بحيث يمكننا مقارنة أثر ليزراتنا بين الجهة المعتمة والجهة المنيرة.



ها هو هدفنا

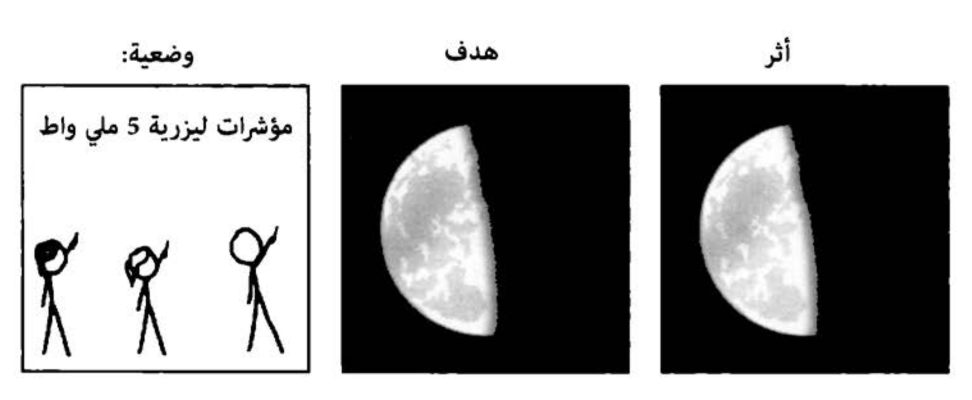
إن طاقة مؤشر الليزر الأحمر النموذجي تصل إلى حوالى 5 ملي واط، والجيدة منها تُعطي شعاعاً ضيقاً بما يكفي لتصل إلى القمر - على الرغم من أنه سيكون موزعاً على مساحة كبيرة من سطح القمر عندما تصل إلى هناك. وسيعمل الغلاف الجوي على جعل الشعاع ينحرف قليلاً، وسيمتص قليلاً منه، ولكن معظم الضوء سيتمكن من الوصول.



لنفترض أن كل شخص كان لديه تسديد ثابت بما فيه الكفاية ليُصيب القمر، ولكن ليس أكثر من ذلك، وأن الضوء يتوزع بصورة منتظمة على كافة أجزاء السطح.

بعد نصف ساعة من منتصف الليل (توقيت غرينتش)، يقوم الجميع بالتسديد ويضغطون على الزر.

هذا ما حدث:



حسناً إن ذلك مخيب للآمال.

إلا أن ذلك منطقي، فالشمس تغمر القمر بما يزيد قليلاً عن كيلواط من الطاقة لكل متر مربع. ونظراً لأن مساحة المقطع العرضي للقمر تبلغ حوالى 10^{13} متر مربع، فإنها تُغمَر بحوالى 10^{16} واط من ضوء الشمس -10 بيتاواط، أو 2 ميغاواط لكل شخص- ما يجعلها متألقة أكثر بكثير من مؤشراتنا الليزرية ذات الـ 5 ملي واط. وهناك كفاءات متنوعة في كل جزء من أجزاء هذا النظام، ولكن لا يؤدي أي منها إلى إحداث تغيير أساسي في المعادلة.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟

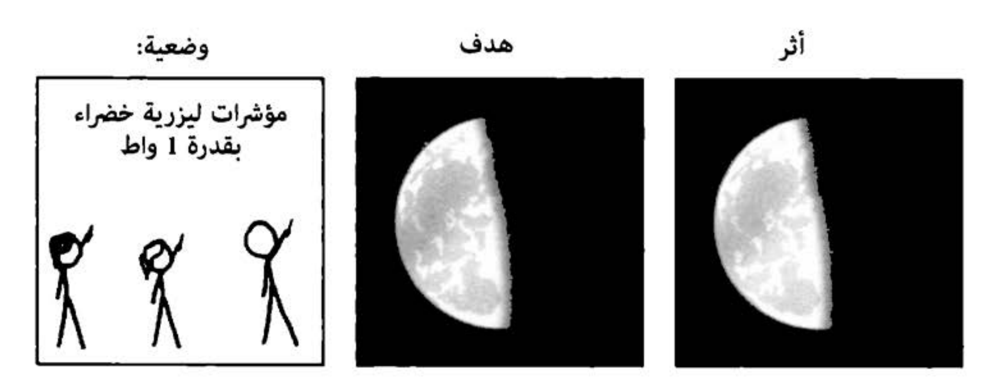


يعتبر الليزر بقدرة 1 واط خطيراً جداً، فهو ليس فقط كافياً ليسبب العمى - بل إنه قادر على حرق الجلد وإشعال النار. ومن الواضح أنه ليس مشروعاً شراؤه من قِبل المستهلك في الولايات المتحدة.

كنت أمزح فقط! يمكنك الحصول على واحد مقابل 300 دولار. كل ما عليك فعله هو البحث عن «جهاز ليزر يدوي بقدرة 1 واط.»

وهكذا، لنفترض أننا أنفقنا الـ 2 تريليون دولار أميركي لشراء جهاز ليزر أخضر بقدرة 1 واط لكل شخص. (ملاحظة لمرشحي الرئاسة: هذه السياسة ستؤدي للفوز بصوتي.) إضافة لكون ضوء الليزر الأخضر أكثر قوة، فهو أقرب إلى منتصف الطيف المرئي، لذلك تكون العين أكثر حساسية له ويبدو أكثر إشراقاً.

وهذا هو الأثر:

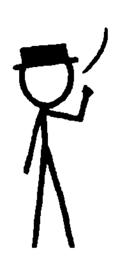


اللعنة.

إن مؤشرات الليزر التي نستخدمها أصدرت حوالى 150 شمعة ضوئية من الضوء (أكثر من معظم المصابيح اليدوية) في شعاع عرضه 5 دقيقة قوس. وهذا يضيء سطح القمر بشدة إنارة تبلغ حوالى نصف لوكس - مقارنة بحوالى 130,000 لوكس من الشمس. (حتى وإن قمنا جميعاً بتوجيهها توجيهاً مثالياً، فسوف ينتج عنها فقط نصف دزينة من اللوكسات على حوالى 10 بالمائة من وجه القمر.)

وبالمقارنة، يقوم القمر البدر بإنارة سطح الأرض بحوالى 1 لوكس - ما يعني أن ليزراتنا لن تكون فقط أضعف من أن تُشاهَد من الأرض، بل لو أنك كنت واقفاً على القمر، فإن ضوء الليزر على المشهد الطبيعي سيكون خافتاً أكثر من خفوت ضوء القمر بالنسبة لنا على الأرض.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟

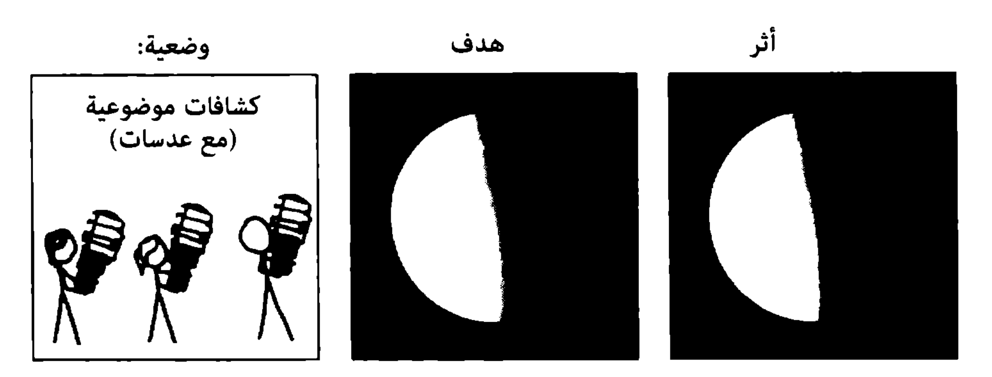


مع التقدم في تكنولوجيا بطاريات الليثيوم والصمام الثنائي الباعث للضوء (LED) في السنوات العشر الأخيرة، اتسع سوق المصابيح اليدوية عالية الأداء اتساعاً هائلاً. إلا أنه من الواضح أن المصابيح اليدوية لن تتمكن من قطع المسافة. لذا، دعنا نتخطى كل ذلك ونُعطي كل شخص كشافاً موضعياً (Nightsun).

قد لا تستطيع التعرف على الاسم، ولكن هناك احتمالات في أنك رأيت واحداً أثناء تشغيله: إنه الضوء الكشاف المركَّب على مروحيات الشرطة وحرس الشواطئ. ونظراً لأن مخرج الكشاف يكون في حدود 50,000 شمعة ضوئية، فإنه قادر على تحويل رقعة من الأرض من ليل إلى نهار.

ويبلغ عرض الشعاع بضعة درجات، لذا نحتاج إلى عدسات تركيز لتخفيض عرضه إلى نصف درجة لكي يُصيب القمر.

وهذا هو الأثر:

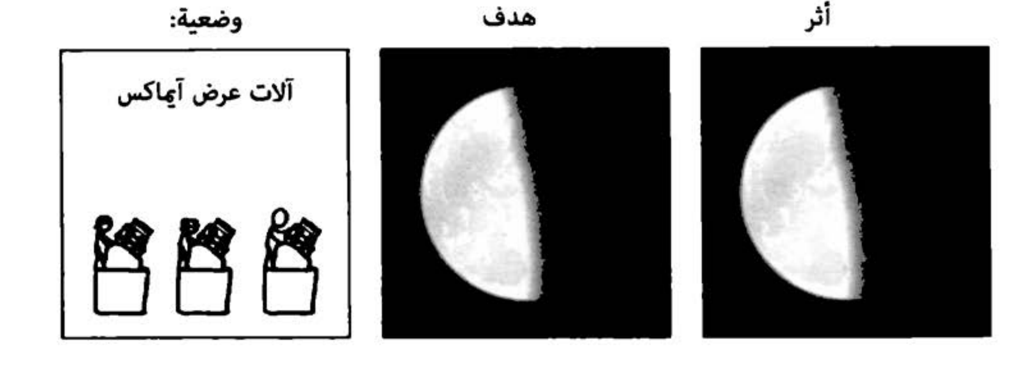


من الصعب ملاحظة الفرق، ولكننا نحرز تقدماً! فالشعاع يقوم بتوفير 20 لوكساً من الإنارة، متفوقاً بتألقه على الضوء المحيط في النصف المعتم بمقدار الضعف! من ناحية أخرى، من الصعب رؤية ذلك، وهو بالتأكيد لم يؤثر على النصف المضيء.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟



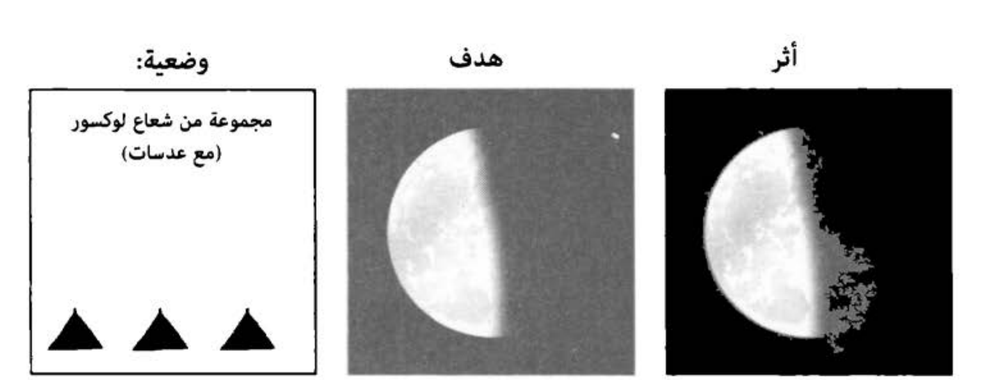
دعنا نستبدل كل كشاف موضعي بمصفوفة آلة عرض آيماكس - زوج من المصابيح المُبرَّدة بواسطة الماء بقوة 30,000 واط، والتي تُعطي معاً ما يزيد عن مليون شمعة.



ما زال بالكاد مرئياً.

على قمة فندق لوكسور، في لاس فيغاس، يوجد أقوى ضوء موضعي على الأرض. دعنا نُعطي واحداً لكل شخص.

حسناً، ودعنا نضيف مجموعة عدسات لكل واحد بحيث يكون الشعاع كله مُركَّزاً على القمر:



إن ضوءنا مرئي بالتأكيد، وهكذا نكون قد حققنا هدفنا! عمل جيد أيها الفريق.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟



حسناً ...

قامت وزارة الدفاع بتطوير ليزرات بقدرة ميغاواط، مُصمَّمة لتدمير الصواريخ أثناء طيرانها.

لقد كان بوينغ YAL-1 عبارة عن ليزر أكسجين ويود كيماوي من فئة ميغاواط. وقد تم تركيبه على طائرة بوينغ 747. وكان ليزراً بالأشعة تحت الحمراء، لذا لم يكن مرئياً بشكل مباشر، ولكننا نستطيع تخيل صنع ليزر بضوء مرئي بطاقة مماثلة.



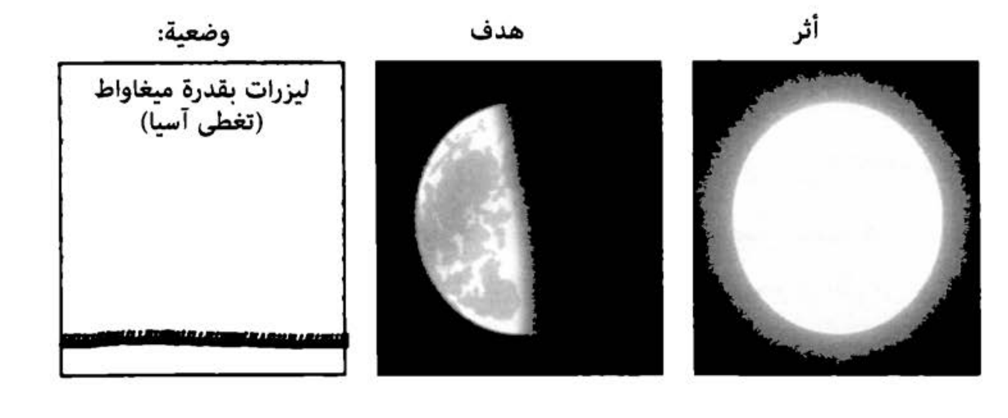
أخيراً، نجحنا في الحصول على مُطابق لسطوع أشعة الشمس!

ونحن نستخدم كذلك 5 بيتاواط من الطاقة، والتي تُعادل ضعف معدل استهلاك الكهرباء في العالم.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟

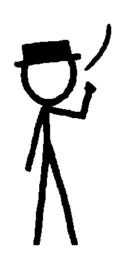


حسناً، دعنا نقوم بتركيب ليزر بقدرة ميغاواط على كل متر مربع من سطح آسيا. إن تزويد هذه المجموعة، المؤلفة من 50 تريليون ليزر، بالطاقة سيستهلك كل احتياطيات الأرض من النفط في دقيقتين، تقريباً، ولكن في تلكما الدقيقتين، سيبدو القمر هكذا:



سوف يُضيء القمر بنفس سطوع شمس منتصف النهار، وفي نهاية الدقيقتين، سيكون الحطام الصخري للقمر قد سخن إلى درجة التوهج.

ماذا لو جربنا طاقة أكبر؟



حسناً دعنا نأخذ خطوة أخرى بحزم أكبر خارج نطاق المعقول.

إن أقوى ليزر على وجه الأرض هو شعاع الحبس الموجود في منشأة الإشعال الوطنية، وهو مختبر أبحاث الاندماج. إنه ليزر بأشعة فوق بنفسجية يولِّد ما يصل إلى 500 تيراواط. إلا أنه يطلق فقط نبضات منفردة يدوم كل منها لبضعة نانوات من الثانية، لذلك تكون كمية الطاقة المحرَّرة مكافئة لحوالى ربع كوب من البنزين.

دعنا نتخيل أننا وجدنا، بشكل ما، طريقة لتزويدها بالطاقة وتشغيلها بصورة مستمرة، وأعطينا واحداً منها لكل شخص، وصوبناها جميعها نحو القمر. للأسف، سوف يؤدي تدفق طاقة الليزر إلى تحويل الغلاف الجوي إلى بلازما وإشعال الأرض بصورة فورية وقتلِنا جميعاً. ولكن دعنا نفترض أن الليزر يمر، بطريقة أو بأخرى، عبر الغلاف الجوي بدون التفاعل معه.

في ظل تلك الظروف، يتبين أن الأرض ستشتعل فيها النيران، أيضاً، إذ أن الضوء المنعكس من القمر سيكون أكثر سطوعاً بأربعة آلاف مرة من شمس الظهيرة. وسيكون ضوء القمر ساطعاً إلى درجة تكفي لجعل محيطات الأرض تغلي وتتبخر في أقل من سنة.

ولكن دعنا ننسى أمر الأرض - ما الذي يحدث للقمر؟

إن الليزر بحد ذاته سوف يمارس قوة ضغط إشعاعي كافية لتسريع القمر بحوالى عشرة أجزاء في المليون من جي (gee). وهذا التسارع لن يكون ملحوظاً على المدى القصير، ولكن مع مرور السنين، سوف يصل إلى ما يكفي لدفع القمر محرِّراً إياه من مداره حول الأرض...

... لو كان ضغط الإشعاع هو القوة الوحيدة المعنية.

أربعون ميغاجول من الطاقة تكفي لتبخير كيلوغرام واحد من الصخور. وعلى افتراض أن معدل كثافة صخور القمر يبلغ حوالى 3 كغم/ لتر، فإن الليزرات سوف تضخ من الطاقة ما يكفي لتبخير 4 مترات من الصخور القمرية في الثانية:

$$\frac{5\ billion\ people \times 500\ \frac{terawatts}{person}}{\pi \times Moon\ radius^2} \times \frac{1\ kilogram}{40\ megajoules} \times \frac{1\ liter}{3\ kilograms} \approx 4\ \frac{meters}{second}$$

من ناحية أخرى، فإن صخور القمر الفعلية لن تتبخر بتلك السرعة - لسبب يتبين أنه هام جداً.

عندما تتبخر قطعة من الصخر، فإنها لا تختفي تماماً. والطبقة السطحية للقمر تصبح بلازما، وبدورها، تقوم تلك البلازما بقطع مسار الشعاع.

سوف يستمر ليزرنا بسكب المزيد والمزيد من الطاقة إلى داخل البلازما، وسوف تزداد سخونة البلازما أكثر وأكثر. وسوف ترتد الجسيمات قبالة بعضها البعض، وتصطدم بسطح القمر. وفي نهاية المطاف، تندفع بقوة نحو الفضاء بسرعة هائلة.

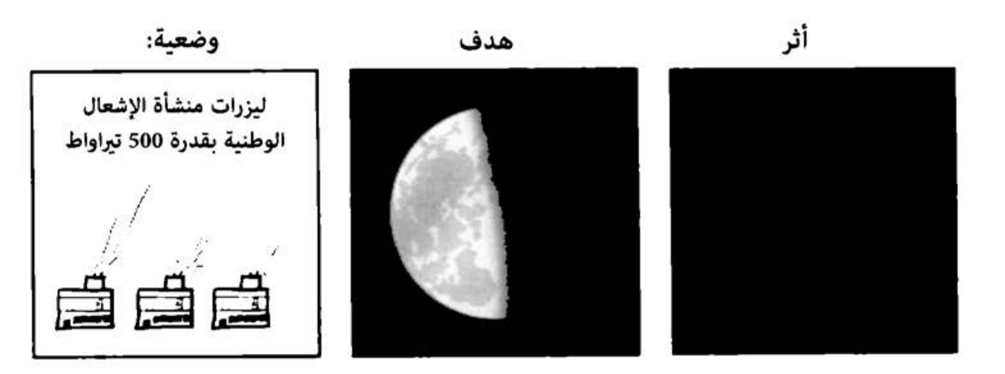
ويؤدي تدفق المادة هذا فعلياً إلى تحويل سطح القمر بأكمله إلى محرك صاروخي - وبشكل مثير للدهشة، إلى محرك ذي كفاءة عالية أيضاً. إن استخدام الليزر لتفجير مادة من السطح كهذه، يسمى تذرية ليزرية، ويتضح أنها طريقة واعدة لدفع المركبات الفضائية.

إن القمر ضخم. ولكن تدفق بلازما الصخور سيبدأ، ببطء وبشكل مؤكد، بدفعه بعيداً عن الأرض. (سوف يؤدي التدفق أيضاً إلى تنظيف سطح الأرض وإلى تدمير جميع الليزرات، ولكننا نتظاهر بأنها غير قابلة للتأثر.) كما ستقوم البلازما بجرف سطح القمر فيزيائياً، من خلال تفاعل معقد تصعب نمذجته.

ولكن إن خمّنا تخميناً طائشاً أن البلازما تنطلق بسرعة 500 كيلومتر في الثانية، عندئذ سيحتاج الأمر إلى عدة أشهر للقمر ليتم إبعاده عن مدى ليزراتنا. وسوف يحتفظ بمعظم كتلته، إلا أنه سوف يتحرر من جاذبية الأرض ويدخل في مدار غير متوازن حول الشمس.

من الناحية الفنية، لن يصبح القمر كوكباً جديداً، بموجب تعريف الاتحاد الفلكي الدولي لكلمة كوكب. ونظراً لأن مداره الجديد سوف يتقاطع مع مدار الأرض، فإنه سوف يُعتبَر كوكباً قزماً مثل بلوتو. وسوف يؤدي هذا المدار المتقاطع مع الأرض إلى اضطراب مداري من غير الممكن التنبؤ به. وفي نهاية المطاف، إما أن يتسارع بفعل الجاذبية نحو الشمس أو أن يُطرَد خارج النظام الشمسي أو يصطدم بأحد الكواكب - من المحتمل جداً أن يكون كوكبنا. وأعتقد بأننا نستطيع أن نتفق جميعاً على أنه في هذه الحالة سوف نستحق ذلك.

بطاقة الأداء:



وسيكون ذلك، أخيراً، طاقة كافية.

الجدار الدوري للعناصر

س. ماذا سيحدث إن صنعت جدولاً دورياً من لَبِنات مكعَّبة الشكل، حيث تكون كل لبِنة مصنوعة من العنصر المقابل؟

آندي كونوللي

ج. **هناك أشخاص** يجمعون عناصر. هؤلاء الجامعون يحاولون جمع عينات فيزيائية لأكبر عدد ممكن من العناصر في صناديق عرض على شكل جدول دوري[1].

من بين العناصر الـ 118، هناك 30 منها -مثل الهيليوم والكربون والألمنيوم والحديد- من الممكن شراؤها في شكلها النقي من متاجر التجزئة المحلية. وبضع عشرات أخرى يمكن استخراجها من خلال تفكيك أشياء (يمكنك العثور على عينات ضئيلة من أمريكيوم في أجهزة الكشف عن الدخان). ومن الممكن طلب أخرى عبر الإنترنت.

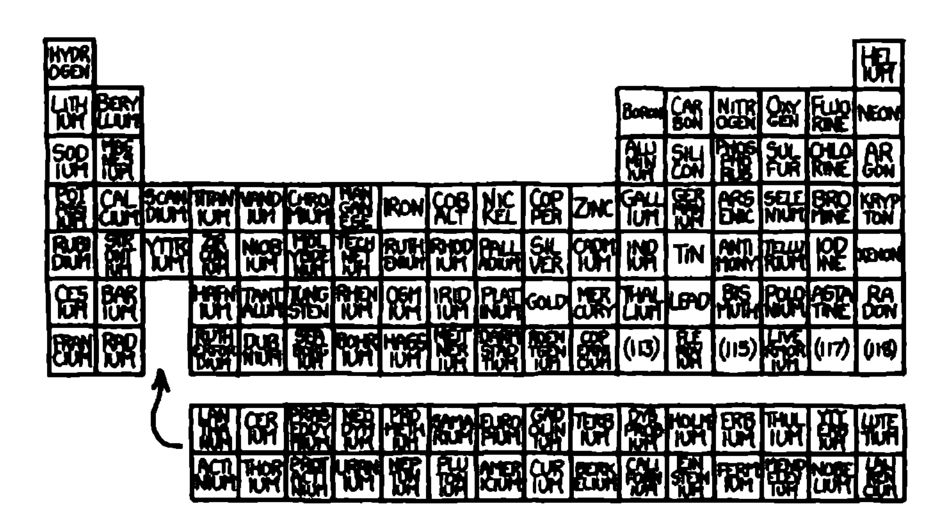
في مجمل الأمر، من الممكن الحصول على حوالى 80 عنصراً من العناصر - 90، إن كنت مستعداً لتعريض نفسك لبعض المخاطر بشأن صحتك وسلامتك العامة وسجلِّك في الاعتقال. والبقية تعتبَر مشعة جداً أو تعيش لفترة قصيرة جداً بحيث لا يمكن جمع أكثر من بضعة ذرات منها في وقت واحد.

ولكن ماذا لو فعلت ذلك؟

---

(1) فكر في العناصر على أنها بوكيمون خطير ومشع وقصير العمر.

يوجد في الجدول الدوري للعناصر سبعة صفوف[1].

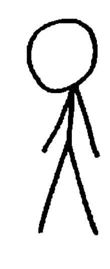


- يمكنك تكديس أول صفين عُلويين بدون أي صعوبة.
- الصف الثالث سوف يحرقك بالنار.
- الصف الرابع سوف يقتلك بدخان سام.
- الصف الخامس سوف يفعل كل تلك الأشياء إضافة إلى إعطائك جرعة خفيفة من الإشعاع.
- الصف السادس سوف يُفجّرك بعنف، مُدمراً المبنى في سحابة من الغبار والنار السامّين والمشعّين.
- لا تبني الصف السابع.

سوف نبدأ من الأعلى. الصف الأول بسيط، بل ممل:

---

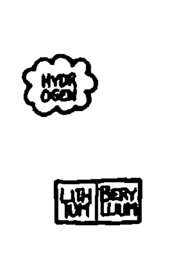
(1) قد تتم إضافة صف ثامن في الوقت الذي تقوم فيه بقراءة هذا الكلام. وإذا كنت تقرأ هذا الكلام في العام 2038، فسيكون في الجدول الدوري عشرة صفوف، ولكن أي ذكر أو مناقشة لها يكون محظوراً من قِبل الربوطات الحاكمة.



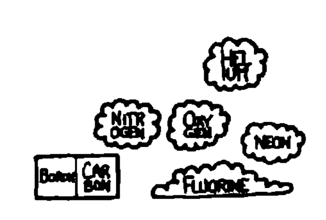


مكعب الهيدروجين سوف يرتفع نحو الأعلى وينتشر، مثل بالون بدون بالون. والأمر نفسه ينطبق على الهيليوم.

الصف الثاني أصعب.







سوف يتلطخ الليثيوم على الفور. والبيريليوم سام جداً، لذلك ينبغي أن تتعامل معه بعناية، وأن تتجنب تشكُّل أي غبار في الهواء.

الأكسجين والنيتروجين ينسابان، متفرقان ببطء. والنيون يطفو مبتعداً[1].

وسوف ينتشر غاز الفلور الأصفر الشاحب في كل مكان على الأرضية. والفلور هو أكثر عنصر نشط وأكَّال في الجدول الدوري. تقريباً، أي مادة تتعرض للفلور سوف تشتعل فيها النار تلقائياً.

---

(1) ذلك على افتراض أنهما في شكل ثنائي الذرات (أي O_2 و N_2). وإذا كان المكعب على شكل ذرات أحادية، فسوف يندمجان فوراً معاً، لترتفع حرارتهما آلاف الدرجات أثناء ذلك.

لقد تحدثتُ مع أخصائي الكيمياء العضوية، ديريك لو، بشأن هذا السيناريو[1]. وقال إن الفلور لن يتفاعل مع النيون، و«إنه سوف يلتزم بنوع من الهدنة المسلحة مع الكلور، ولكن أي شيء آخر، أخخخ.» وحتى مع الصفوف اللاحقة، سوف يتسبب الفلور بمشاكل أثناء انتشاره، وإذا ما لامس أي رطوبة، فسوف يُشكل حامض الهيدروفلوريك الأكّال.

إذا استنشقت حتى كمية ضئيلة منه، فإنه سوف يلحِق ضرراً بليغاً بأنفك ورئتيك وفمك وعينيك، وفي نهاية المطاف بقية جسدك، أو يدمرها جميعاً. وستحتاج بالتأكيد لاستخدام قناع غاز. كن مُدركاً أن الفلور يأكل الكثير من مواد الأقنعة المحتملة، لذلك قد ترغب في اختباره أولاً. استمتع بذلك!

في الصف الثالث!





نصف البيانات الموجودة هنا هي من كتيب CRC Handbook of Chemistry and Physics والنصف الآخر من كتاب أنظر حولك (Look Around You).

الفسفور هو المشاكس الكبير هنا. فالفسفور النقي يأتي في أشكال عديدة، ويعتبَر التعامل مع الفسفور الأحمر آمناً إلى حد معقول. والفسفور الأبيض يشتعل تلقائياً عند ملامسته للهواء، ويحترق بشعلة ساخنة يصعب إطفاؤها، كما أنه، إضافة إلى ذلك، سامٌ جداً[2].

(1) لو هو مؤلف مدونة أبحاث الأدوية الرائعة *In the Pipeline*

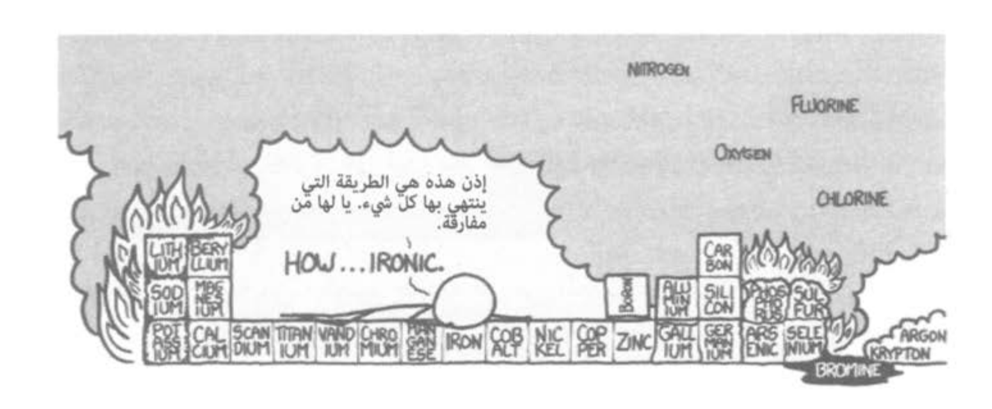
(2) وهي خاصية أدت إلى استخدامه المثير للجدل في قذائف المدفعية الحارقة.

ولن يشكل الكبريت، في الظروف العادية، أية مشكلة. ففي أسوأ الأحوال سوف يثير رائحة كريهة. من ناحية أخرى، كبريتنا محصور في المنتصف بين الفسفور الحارق إلى اليسار والفلور والكلور إلى اليمين. وعندما يتعرض الكبريت لغاز الفلور، فإنه -مثل الكثير من المواد- يشتعل.

الآرغون الخامل أثقل من الهواء، لذلك سوف ينتشر فقط ويغطي الأرضية. لا تقلق بشأن الآرغون، فلديك مشاكل أكبر.

سوف تُنتِج النار كيماويات مرعبة من شتى الأصناف بأسماء مثل هيكسافلوريد الكبريت. فإن كنت تقوم بهذا الأمر في الداخل، فسوف تختنق بغاز سام، وربما تحترق بنايتك بأكملها.

وذلك فقط من الصف الثالث. لننتقل إلى الصف الرابع!



يبدو «الزرنيخ» (Arsenic) مخيفاً. والسبب في أنه يبدو مخيفاً هو سبب جيد: إنه سام بالنسبة لجميع أشكال الحياة المعقدة عملياً.

أحياناً يكون هذا النوع من الذعر من المواد الكيمائية المخيفة مبالغاً فيه. هناك كميات ضئيلة من الزرنيخ الطبيعي في جميع أغذيتنا ومياهنا، ونحن نتعامل مع تلك الأمور بصورة جيدة. ولكن هذا ليس واحداً من تلك الأوقات.

إن الفسفور الحارق (الآن، وقد انضم إليه البوتاسيوم الحارق، الذي هو أيضاً عرضة للاشتعال التلقائي) من الممكن أن يُشعل الزرنيخ، محرراً كميات كبيرة من ثالث أكسيد الزرنيخ. إن تلك المادة سامة جداً. لا تستنشقها.

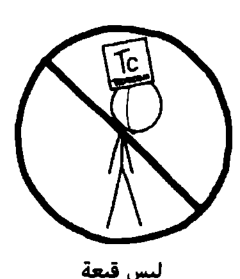
سوف يُنتج هذا الصف روائح كريهة، أيضاً. ويمكن للسيلينيوم والبرومين أن يتفاعلا بقوة، ويقول لو إن حرق السيلينيوم «يمكن أن يجعل رائحة الكبريت تبدو وكأنها رائحة شانيل.»

إذا نجا الألمنيوم من النار، فسوف يحدث له أمر غريب. سوف يتسرب إليه من الأسفل الغاليوم المنصهر مُخرِّباً بنيته ومتسبباً في جعله ليناً مثل الورق المبلل[1].

سوف ينسكب الكبريت المحترق على البروم. والبروم يكون سائلاً عند درجة حرارة الغرفة، وهي خاصية يتشارك فيها مع عنصر آخر واحد فقط - الزئبق. إنه مادة شريرة جداً، أيضاً. إن نطاق المركَّبات السامة التي من الممكن أن تُنتَج من قِبل هذا الحريق، عند هذه النقطة، كبيرة إلى درجة لا حصر لها. من ناحية أخرى، إذا أجريت هذه التجربة من مسافة آمنة، فقد تبقى على قيد الحياة.

الصف الخامس يحتوي على شيء مثير للاهتمام: تكنيشيوم-99، أول لبِنة مشعة لدينا.

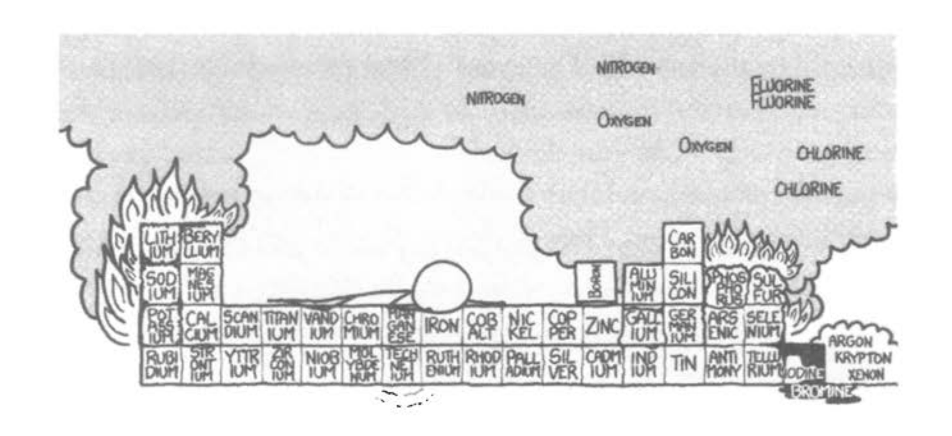
التكنيشيوم هو العنصر صاحب العدد الذري الأقل بين العناصر التي ليس لها نظير ثابت. والجرعة من مكعب حجمه لتر من المعدن لن تكون كافية لتكون قاتلة في تجربتنا، ولكنها ما زالت كبيرة. إذا قضيت كل اليوم مرتدياً إياه كقبعة -أو استنشقته كغبار- فيمكنه بالتأكيد أن يقتلك.



ليس قبعة

(1) إبحث في يوتيوب عن ارتشاح الغاليوم «Gallium infiltration» لمشاهدة كم هو أمر غريب.

عند وضع التكنيشيوم جانباً، يكون الصف الخامس مشابهاً للصف الرابع إلى حد كبير.



لننتقل الآن إلى الصف السادس! سوف يقتلك الصف السادس بالتأكيد مهما كنت حذراً.



هذه النسخة من الجدول الدوري أوسع قليلاً مما أنت معتاد عليه، نظراً لأننا ندرج سلسلة اللانثانيدات وسلسلة الأكتينيدات في الصفين السادس والسابع. (عادة يتم إظهار هذه العناصر بصورة منفصلة عن الجدول الدوري الرئيسي لتجنب جعله واسعاً جداً.)

يحتوي الصف السادس من الجدول الدوري على عدة عناصر مُشعة، بما في ذلك البروميثيوم والبولونيوم[1]، والأستاتين والرادون. والأستاتين هو العنصر السيئ[2].

---

(1) في العام 2006، استُخدمَت مظلة غُطي طرفها بعنصر البولونيوم-210 لقتل ألكساندر ليتفينينكو، وهو ضابط مخابرات سابق في جهاز المخابرات الروسية KGB.

(2) الرادون هو العنصر الجذاب.

نحن لا نعرف كيف يبدو الأستاتين، والسبب، كما عبر عن ذلك لوي، أن «تلك المادة لا تريد أن يكون لها وجود.» إنه مُشع جداً (له نصف عمر يُقاس بالساعات) إلى درجة أن أي قطعة كبيرة منه سوف تتبخر بسرعة بفعل حرارتها الذاتية. ويشتبه الكيميائيون أن له سطحاً أسود، ولكن لا أحد يعلم يقيناً.

لا توجد نشرة مواصفات سلامة خاصة بالمواد بشأن الأستاتين. ولو وُجدَت، سوف تكون كلمة «لا» مكتوبة بخط رديء مراراً وتكراراً بآثار بدماء متفحمة.

سوف يحتوي مكعبنا، لفترة وجيزة، على كمية من الأستاتين أكثر مما تم تركيبة في أي وقت مضى. أقول «لفترة وجيزة» لأنه سوف يتحول على الفور إلى عمود من الغاز الساخن جداً. والحرارة لوحدها سوف تتسبب بحروق من الدرجة الثالثة لأي شخص في مكان قريب، وسوف يُهدَم المبنى. وسوف ترتفع سحابة الغاز الساخن بسرعة إلى السماء، متدفقاً منها حرارة وإشعاعات.

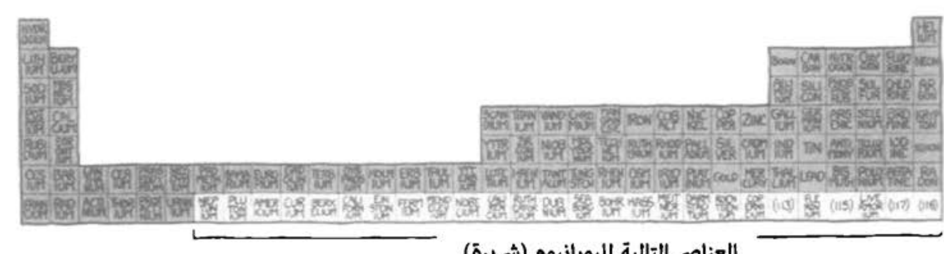
وسيكون الانفجار بالحجم المناسب تماماً لتعظيم كمّ العمل الورقي الذي سيواجهه مختبرك. لو كان الانفجار أصغر، لكان بإمكانك إخفاء الأمر. ولو كان أكبر، لما بقي هناك أحد في المدينة لتقدِّم الورق إليه.

سوف ينهمر الغبار والحطام المغلف بالأستاتين والبولونيوم، وغيرهما من المنتجات المشعة، من السحابة، ما يجعل المناطق المجاورة في اتجاه الريح غير صالحة للعيش بتاتاً.

وستكون مستويات الإشعاع مرتفعة إلى درجة لا تُصدَّق. ونظراً لأن المرء يحتاج إلى ملي ثانية لكي ترمش عينه، فإنك سوف تتلقى جرعة مُهلِكة من الإشعاع في رمشة عين بالمعنى الحرفي.

سوف تموت بسبب ما يمكن أن نسميه «تسمم إشعاعي حاد للغاية» - أي، سوف تكون قد طُهيت.

الصف السابع سيكون أسوأ بكثير.



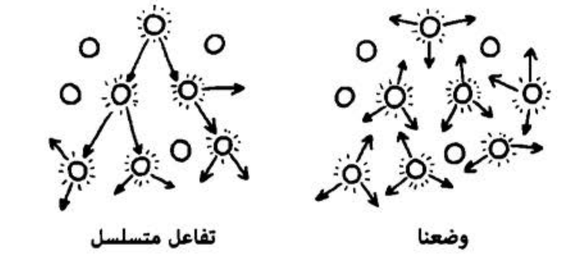
العناصر التالية لليورانيوم (شريرة)

هناك مجموعة كاملة من العناصر الغريبة على طول الجزء السفلي من الجدول الدوري تُسمى عناصر ما بعد اليورانيوم. لفترة طويلة، كان للكثير منها أسماء مؤقتة، مثل «ununium»، ولكن تدريجياً تم تعيين أسماء دائمة لها.

لا داعي للعجلة، لأن معظم هذه العناصر غير مستقرة إلى درجة أنها من الممكن أن تُنتَج في مسارعات الجسيمات فقط، ولا تتواجد لأكثر من دقائق معدودة. فإذا كان لديك 100,000 ذرة من ليفرمونيوم (عنصر 116)، سيتبقى لديك، بعد ثانية، ذرة واحدة فقط - وبعد عدد قليل من مئات الملي ثانية، ستكون تلك الذرة قد اختفت، أيضاً.

ولسوء الحظ بالنسبة لمشروعنا، فإن العناصر التالية لليورانيوم لا تختفي بهدوء. إنها تضمحل بصورة مشعة، وهي تتحلل إلى أشياء أخرى تتحلل بدورها، أيضاً. إن مكعباً من العناصر ذات الأعداد الذرية الأعلى سوف يضمحل في غضون ثوانٍ، محرراً كمية هائلة من الطاقة.

النتيجة لن تكون مثل انفجار نووي -بل سوف تكون انفجاراً نووياً. من ناحية أخرى، وخلافاً للقنبلة الانشطارية، لن تكون تفاعلاً متسلسلاً- بل مجرد تفاعل. سيحدث كل شيء دفعة واحدة.



سوف يؤدي تدفق الطاقة إلى تحويلك، بصورة فورية، أنت -وبقية الجدول الدوري- إلى بلازما. سيكون الانفجار مماثلاً لذلك الناتج عن تفجير نووي متوسط الحجم، إلا أن الغبار الذري المتساقط سوف يكون أسوأ بكثير، بكثير - سلَطَة حقيقية من كل شيء على الجدول الدوري متحولاً إلى كل شيء آخر بأقصى سرعة ممكنة.

سوف ترتفع سحابة فطرية الشكل فوق المدينة. وسيصل الجزء العلوي من عمود الدخان إلى طبقة الستراتوسفير، طافياً بفعل حراراته الذاتية. وإذا كنت في منطقة مأهولة بالسكان، فإن الخسائر بالأرواح ستكون صادمة، ولكن التلوث، طويل الأمد، من الغبار الذري المتساقط سيكون أسوأ حتى.

لن يكون تساقط الغبار الذري عادياً، كالتساقط الذي يحدث كل يوم[1]. -بل سوف يكون مثل قنبلة ذرية استمرت بالانفجار. سوف تنتشر المخلفات في كافة أرجاء العالم، مُطلِقة كمية من الإشعاعات أكثر بآلاف المرات مما أطلقته كارثة تشيرنوبيل. سوف تدمِّر مناطق بأكملها، وسوف تمتد عمليات التنظيف لقرون.

في حين أن جمع الأشياء يعتبَر أمراً ممتعاً بالتأكيد، إلا أنه عندما يتعلق الأمر بالعناصر الكيميائية، ينبغي ألا تفكر في جمعها كلها.



(1) كما تعلم، الشيء الذي نهز كتفينا بشأنه بلا مبالاة.

ليقفز الجميع

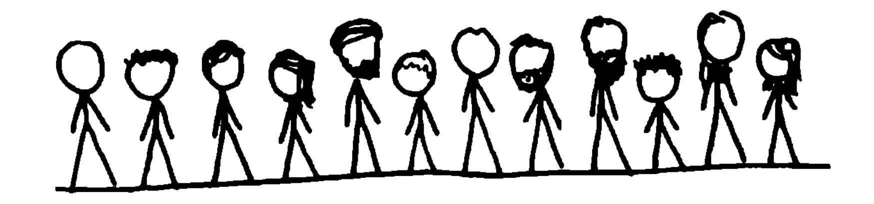
س. ماذا سيحدث لو قام الجميع على الأرض بالوقوف أقرب ما يستطيعون من بعضهم البعض وقفزوا، ليهبط كل شخص على الأرض في اللحظة ذاتها؟

- ثوماس بينيت (وكثير غيره)

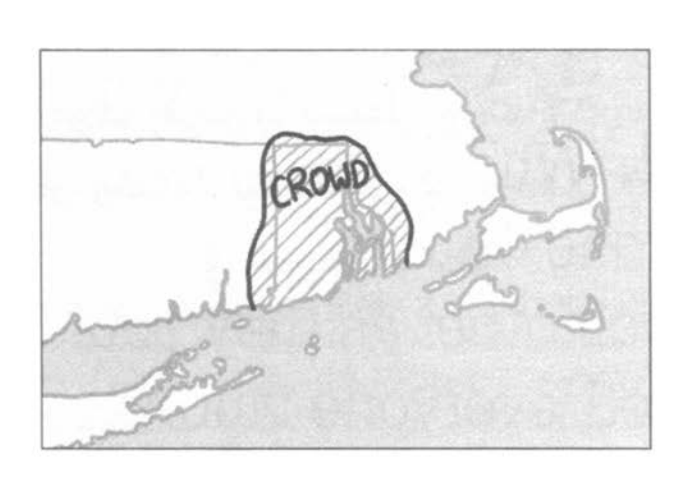
ج. **هذا واحد من** الأسئلة الأكثر شعبية من بين الأسئلة التي تم طرحها على موقعي الإلكتروني. لقد تم تفحصه من قبل، بما في ذلك من قِبل (ScienceBlogs) و(The Straight Dope). لقد غطوا الكينماتيكا بصورة جيدة جداً. إلا أنهم لم يذكروا القصة كاملة.

دعونا نلقي نظرة عن كثب.

في بداية السيناريو، تم، بطريقة سحرية، نقل جميع سكان الأرض معاً إلى مكان واحد.



يشغل هذا الحشد مساحة تعادل مساحة ولاية رود آيلاند. ولكن لا داعي لاستخدام الجملة الغامضة «مساحة تعادل مساحة رود آيلاند.» هذا هو السيناريو الخاص بنا. يمكننا أن نكون أكثر تحديداً. إنهم فعلياً في رود آيلاند.

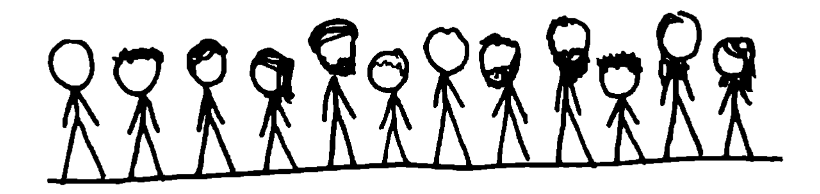


عند الساعة الثانية عشرة ظهراً تماماً، يقفز الجميع.



وكما تمت مناقشة الأمر في مكان آخر، فإن ذلك لا يؤثر على الكوكب فعلياً. إن وزن الأرض يزيد عن وزننا بمعامل يصل إلى ما يزيد عن عشرة تريليون. وفي المعدل، يمكننا نحن البشر أن نقفز ربما نصف متر في يوم جيد. حتى وإن كانت الأرض صلبة واستجابت بصورة فورية، فستكون قد دُفعَت نحو الأسفل بأقل من عرض ذَرة.

بعد ذلك، يهبط الجميع عائدين إلى الأرض.



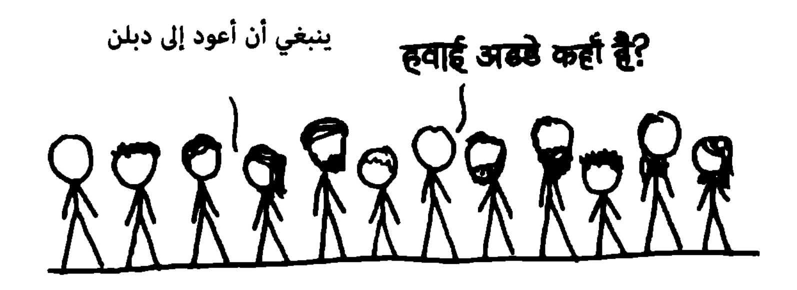
من الناحية الفنية، يوصِل هذا الأمر الكثير من الطاقة نحو الأرض، ولكنها تتوزع على مساحة كبيرة إلى درجة تكفي بأن لا تترك أكثر من بصمات أقدام في الكثير من حدائق. وتنتشر نبضة ضغط عبر القشرة القارية لأمريكا الشمالية وتتبدد بدون ترك أي أثر يُذكر. إن صوت كل تلك الأقدام تضرب الأرض يوِّلد هديراً يدوم لعدة ثوانٍ.

وفي نهاية المطاف، يصبح الهواء ساكناً.



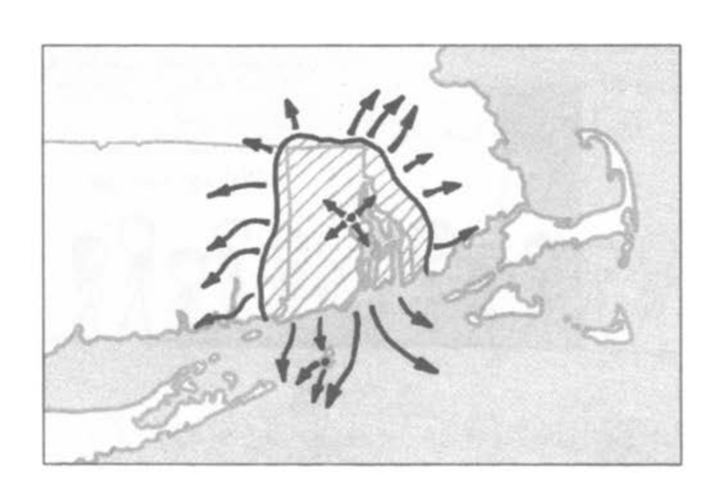
تمر ثوانٍ، وينظر كل شخص حوله.

هناك الكثير من النظرات غير المريحة. أحدهم يَسعُل.



يخرج هاتف خلوي من جيب أحدهم، وفي غضون ثوانٍ، تتبعه هواتف العالم الخمسة مليارات. تعرِض جميعها -حتى تلك المتوافقة مع أبراج المنطقة- نوعاً من «ليست هناك إشارة.» لقد انهارت شبكات الخلوي جميعها تحت ضغط الحِمل غير المسبوق. وخارج رود آيلاند، تبدأ الآليات المهجورة بالتباطؤ حتى تتوقف.

يتعامل مطار تي إف غرين إيربورت، في وارويك في ولاية رود آيلاند، مع بضعة آلاف من المسافرين يومياً. وعلى افتراض أنهم قاموا بتنظيم كل شيء (بما في ذلك إرسال بعثات كشفية لاسترداد الوقود)، فإنه يمكنهم أن يعملوا بطاقة تبلغ 500٪ من قدرتهم الاستيعابية لسنوات بدون أن يقللوا من أعداد الحشد.



إضافة كافة المطارات المجاورة لا يغير المعادلة كثيراً، ولا نظام القطارات الخفيف في المنطقة. تصعد جماهير الحشد على سفن الحاويات في ميناء المياه العميقة في مدينة بروفيدنس، ولكن يتبين أن تخزين ما يكفي من الطعام والمياه لرحلة بحرية طويلة يُعدّ تحدياً.

يتم الاستيلاء على سيارات رود آيلاند البالغ عددها نصف مليون سيارة. وبعد لحظات، تكون الطرق السريعة بين الولايات I-95 وI-195 وI-295 قد أصبحت مواقع لأكبر أزمة مرورية في تاريخ الكوكب. وتكون معظم السيارات مُحاطة من قِبل الجماهير، ولكن قلة محظوظة تكون قد خرجت وبدأت التجول في شبكة الطرق المهجورة.

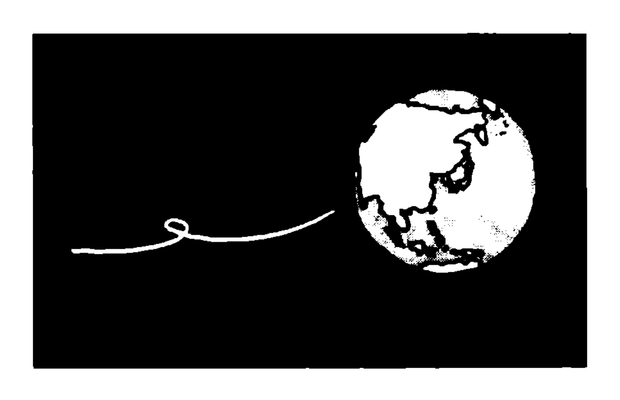
يتمكن البعض من الوصول إلى ما بعد نيويورك أو بوسطن قبل أن ينفد الوقود. ونظراً لأن الكهرباء ربما ليست متوفرة عند هذه النقطة، فإنه بدلاً من العثور على محطة بنزين، يكون من الأسهل مجرد ترك السيارة وسرقة أخرى. من يمكنه منعك؟ جميع أفراد الشرطة موجودون في رود آيلاند.

تنتشر حافة الحشد نحو جنوب ماساتشوستس وكونيتكت. ومن غير المرجح أن يكون لدى أي شخصين يلتقيان لغة مشتركة، ولا أحد، تقريباً، يعرف المنطقة. وتصبح الولاية مؤلفة من رقع فوضوية من التسلسلات الهرمية الاجتماعية المؤتلفة والمُنهارة. ويصبح العنف منتشراً، والجميع جائعون وعطشى، وقد تم تفريغ محلات البقالة، ويصعب الحصول على المياه النقية، ولا يوجد نظام فعال لتوزيعها.

في غضون أسابيع تُصبح رود آيلاند مقبرة لمليارات الأشخاص.

ينتشر الناجون في كافة أرجاء العالم ويكافحون لبناء حضارة جديدة على الأطلال النظيفة للحضارة القديمة. ويكون جنسنا البشري في حالة ذهول، ولكن تعداد السكان تقلص إلى حد كبير. ومدار الأرض لم يتأثر نهائياً - إنها تدور تماماً كما كانت تفعل قبل قفزة جنسنا البشري العريضة.

ولكننا الآن على الأقل نعرف.



مول من المولات (الخلدان)

س. ماذا سيحدث إن كنا سنجمع مولاً (وحدة قياس) من المولات (خلد: حيوان صغير مكسو بالفرو) في المكان ذاته؟

- سين رايس

ج. تصبح الأمور رهيبة قليلاً.

أولاً، بعض التعريفات.

المول هو وحدة قياس. ولكنها ليست وحدة قياس عادية. إنها فعلياً مجرد رقم - مثل «دزينة» أو «مليار.» إذا كان لديك مول من شيء ما، فهذا يعني أن لديك

602,214,129,000,000,000,000,000 منه (يكتب عادة 6.022×10^{23}). إنه عدد كبير جداً[1] لأنه يُستخدم في حساب أعداد الجزيئات، والتي يوجد الكثير منها.



(1) «مول واحد» يساوي تقريباً عدد الذرات في غرام واحد من الهيدروجين. كما يُعتبَر، احتمالياً، تخميناً تقريبياً جيداً لعدد حبيبات الرمل على الأرض.

والمول هو أيضاً نوع من الثدييات التي تستخدِم الجحور (الخلد). وهناك عدد قليل من أنواع الخلدان، وبعضها مرعب حقاً[1].



إذن كيف سيبدو مول من الخلدان -

602,214,129,000,000,000,000,000 حيوان؟

في البداية، دعنا نبدأ بتقريبات طائشة. هذا مثال على ما يمكن أن يدور في ذهني حتى قبل أن ألتقط آلة حاسبة، عندما أحاول فقط أن أحصل على إحساس بالكميات - ذلك النوع من الحسابات حيث 10 و1 و0.1 تكون جميعها متقاربة إلى درجة يمكننا أن نعتبرها متساوية:

حيوان الخلد صغير بما يكفي لكي ألتقطه وأرميه. أي شيء أستطيع أن أرميه يزن باونداً واحداً. وباوند واحد يعني كيلوغراماً واحداً. ويبدو الرقم 602,214,129,000,000,000,000,000 حوالى ضعف طول التريليون، ما يعني أنه يعادل حوالى تريليون تريليون. ويصدف أنني أتذكر أن تريليون تريليون كيلوغرام يساوي تقريباً وزن كوكب.

(1) *http://en.wikipedia.org/wiki/File:Condylura.jpg*

مول واحد

602,214,129,000,000,000,000,000

1,000,000,000,000

تريليون واحد

1,000,000,000,000

تريليون واحد

... إذا سأل شخص ما، أنا لم أقل لك إنه من المقبول أن تجري الحسابات بهذه الطريقة.

ذلك يكفي ليخبرنا بأننا نتحدث عن كومة من الخلدان في نطاق حجم كوكب. إنه تقدير تقريبي جداً، نظراً لأنه قد يكون بعيداً عن الدقة بآلاف المرات في أي من الاتجاهين.

دعنا نحصل على أرقام أفضل.

يزن الخُلد الشرقي (Scalopus aquaticus) حوالى 75 غراماً، ما يعني أن مول من الخلدان يزن:

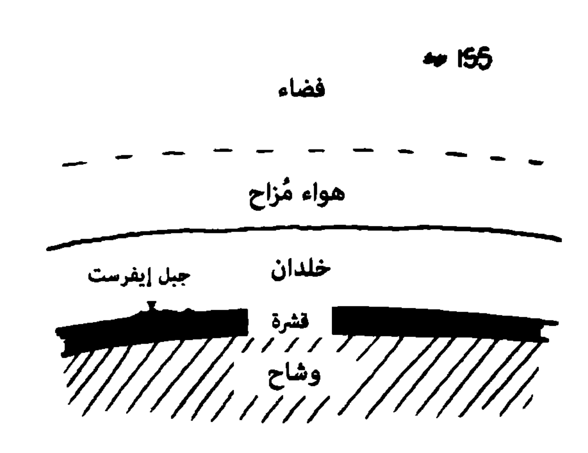
$$(6.22 \times 10^{23}) \times 75g \approx 4.52 \times 10^{22}\ kg$$

وذلك أكثر قليلاً من نصف كتلة قمرنا.

تتكون الثدييات إلى حد كبير من الماء. وكيلوغرام من الماء يشغل لتراً من الحجم. لذا، إذا كانت الخلدان تزن 4.52×10^{22} كيلوغراماً، فإنها تشغل حجماً يبلغ 4.52×10^{22} لتراً. لعلك لاحظت أننا نتجاهل جيوب الفراغات بين الخلدان. خلال لحظة ستدرك لماذا.

إن الجذر التكعيبي لـ 4.52×10^{22} لتراً يساوي 3562 كيلومتراً، ما يعني أننا نتحدث عن كرة نصف قطرها 2210 كيلومترات، أو مكعباً يبلغ طول حافته 2213 ميلاً[1].

لو أن هذه الخلدان أطلِقت على سطح الكرة الأرضية، فسوف تملؤه بعمق 80 كيلومتراً - تقريباً إلى حافة الفضاء (السابقة):

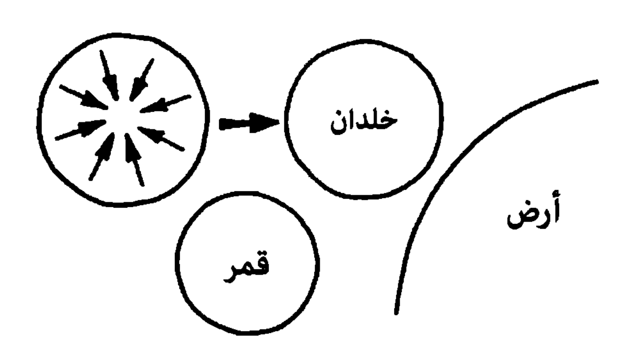


إن هذا المحيط الخانق من اللحم عالي الضغط من شأنه أن يمحو معظم أصناف الحياة على الأرض، ما يمكنه -الأمر الذي يُرعب شركة ريديت- أن يهدد سلامة نظام أسماء النطاقات. لذلك، فإن فِعل هذا الأمر على الأرض هو بالتأكيد ليس خياراً.

بدلاً من ذلك، دعنا نجمع الخلدان في الفضاء الخارجي. سوف يعمل التجاذب التثاقلي على تجميعها في كرة. ولأن اللحم لا ينضغط بصورة جيدة جداً، لذلك سيخضع لقدر قليل فقط من الانكماش بفعل الجاذبية، وسوف ينتهي بنا الأمر بكوكب من الخلدان أكبر قليلاً من القمر.

---

(1) ذلك محض صدفة لم ألحظه أبداً من قبل - ويصدف أن الميل المكعب يساوي تماماً ما يقرب $4/3\pi$ كيلومتر مكعب، لذلك فإن كرة بنصف قطر مقداره س كيلو متر، يكون لها نفس حجم المكعب الذي طول كل جانب من جوانبه يبلغ س ميل.



سيكون للخلدان جاذبية سطحية تصل إلى حوالى جزء من ستة عشر من جاذبية الأرض -مماثلة لجاذبية كوكب بلوتو. وسوف يبدأ الكوكب فاتراً بصورة منتظمة -ربما أعلى من درجة حرارة الغرفة بقليل- وسوف يؤدي انكماش الجاذبية إلى تسخين العمق الداخلي بضعة درجات.

ولكن هنا تُصبح الأمور غريبة.

سيكون كوكب الخلدان عبارة عن كرة هائلة من اللحم. وستحتوي على الكثير من الحرارة الكامنة. (يوجد في كوكب الخلدان ما يكفي من السعرات الحرارية لدعم سكان كوكب الأرض لمدة 30 مليار سنة). عندما تتحلل المواد العضوية، فإنها تحرر، عادة، معظم تلك الطاقة على شكل حرارة. ولكن سيكون الضغط، في معظم باطن الكوكب، أعلى من 100 ميغاباسكال، وهو مرتفع بما يكفي لقتل جميع البكتيريا وتعقيم جثث الخلدان - دون ترك كائنات حية دقيقة لتحليل أنسجة الخلدان.

بالاقتراب أكثر إلى السطح، حيث يكون الضغط أقل، ستكون هناك عقبة أخرى أمام التحلل - سيكون باطن كوكب الخلدان مفتقراً للأكسجين، وبدون الأكسجين لا يمكن لعملية التحلل المعتادة أن تحدث، فالبكتيريا الوحيدة التي يمكنها أن تحلل الخلدان ستكون تلك التي لا تحتاج إلى أكسجين. وفي حين أن التحلل اللاهوائي يفتقر إلى الكفاءة، إلا أنه يستطيع أن يحرر قدراً لا بأس به من الحرارة. وإذا استمر بلا رقيب، سوف يرفع درجة حرارة الكوكب حتى الغليان.

لكن التحلل سوف يكون ذاتي الحد. ولأن القليل من البكتيريا تستطيع البقاء فوق 60 درجة مئوية، فإنه مع ارتفاع درجة الحرارة سوف تموت البكتيريا، وسوف يصبح التحلل بطيئاً. وسوف تتحلل جثث الخلدان في كافة أنحاء الكوكب، وتتحول تدريجياً إلى كيروجين، خليط من المواد العضوية التي من الممكن - لو كان الكوكب أسخن - أن تتحول في نهاية إلى المطاف إلى نفط.

إن السطح الخارجي من الكوكب سوف يُشع حرارة ويتجمد. ونظراً لأن الخلدان تُشكل، حرفياً، معطفاً من الفرو، فإنها، عندما تتجمد، سوف تعزل باطن الكوكب وتُبطِئ عملية فقدان الحرارة نحو الفضاء. من ناحية أخرى، سيكون تدفق الحرارة في الداخل السائل مُسيطَراً عليه بالحمل الحراري. وسوف تكون هناك أعمدة من اللحم الساخن وفقاعات من الغازات المحصورة، مثل الميثان - إضافة إلى الهواء المنبعث من رئات الخلدان الميتة - سترتفع بصورة دورية عبر قشرة الخلدان وتندفع في ثوران بركاني من السطح على شكل نافورة موت تقذف جثث خلدان خارج الكوكب.

وفي نهاية المطاف، بعد قرون أو ألفيات من الاضطراب، سوف يهدأ الكوكب ويبرد بما يكفي بحيث يبدأ في التجمد من أوله إلى آخره. وسوف يكون الباطن العميق تحت ضغط كبير إلى درجة أنه، عندما يبرد، سوف يتبلور الماء في أشكال ثلج غريبة مثل ثلج III وثلج V وفي نهاية المطاف ثلج II وثلج IX[1].

خلاصة القول، هذه صورة قاتمة جداً. ولحسن الحظ، هناك مقاربة أفضل. لا توجد لدي أي أرقام موثوق بها لتعداد الخلدان على وجه الأرض (أو الثدييات الصغيرة بصورة عامة)، ولكن سوف نخمِّن تخميناً بعيداً، ونقدِّر أن هناك دزينة من الفئران والجرذان وفئران الحقل وغيرها من الثدييات الصغيرة مقابل كل إنسان.

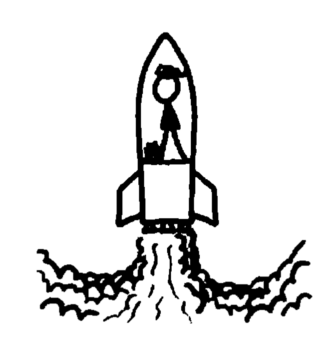
من الممكن أن يكون هناك مليار كوكب صالح للحياة في مجرتنا، وإذا استعمرناها، فإننا سوف نحضر معنا بالتأكيد فئراناً وجرذاناً. وإذا كان واحد من مائة مسكوناً بالثدييات الصغيرة في أعداد مماثلة للأرض، فبعد بضعة ملايين من السنين -ليست فترة

---

(1) ليست هناك أي علاقة.

طويلة بالنسبة للزمن التطوري- يكون العدد الإجمالي لجميع من عاشوا قد تجاوز عدد أفوجادرو.

إذا كنت تريد مولاً من الخلدان، قم ببناء سفينة فضاء.



مجفف الشعر

س. ماذا سيحدث إن تم تشغيل مجفف شعر بقدرة مستمرة ووُضِع في صندوق محكم الإغلاق تبلغ أبعاده 1 × 1 × 1 متر؟

- دراي باراتروبا

ج. **يستهلك مجفف الشعر** النموذجي 1875 واطاً من الكهرباء. وينبغي لجميع هذه الـ 1875 واطاً أن تذهب إلى مكان ما. وبصرف النظر عما يحدث داخل الصندوق، فإنه إذا كان يستخدم 1875 واطاً من القدرة، سيكون هناك 1875 واطاً من الحرارة متدفقة إلى الخارج.

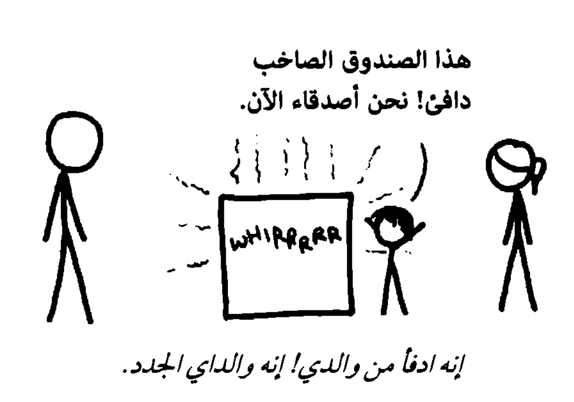
وينطبق هذا الأمر على كل جهاز يستخدم الكهرباء. على سبيل المثال، يقلق الناس عندما يتركون الشاحن متصلاً بالقبس في الجدار خوفاً من استهلاك الكهرباء. هل هم على صواب؟ تحليل تدفق الحرارة يزودنا بقاعدة بسيطة: إذا كان شاحن غير مستخدم ليس دافئاً عند لمسه، فإنه يستهلك أقل من بنس في اليوم. بالنسبة لشاحن هاتف ذكي صغير، إذا لم يكن دافئاً عند لمسه، فإنه يستهلك بنساً في السنة، وهذا صحيح تقريباً بالنسبة لأي جهاز موصول بالكهرباء[1].

ولكن لنعد إلى الصندوق.

---

(1) لكن ليس بالضرورة تلك الموصولة في جهاز آخر. إذا كان الشاحن موصولاً بشيء ما، مثل جهاز خلوي ذكي أو لابتوب، فمن الممكن أن تنساب الكهرباء من الحائط عبر الشاحن إلى داخل الجهاز.

سوف تتدفق الحرارة من مجفف الشعر إلى داخل الصندوق، فإذا افترضنا أن مجفف الشعر غير قابل للتدمير، فإن الحرارة داخل الصندوق سوف تستمر بالارتفاع إلى أن تصل حرارة السطح الخارجي 60 درجة مئوية (140 درجة فهرنهايت). عند درجة الحرارة هذه، سوف تكون خسارة الصندوق للحرارة تجاه الخارج بالسرعة ذاتها التي يضيف فيها مجفف الشعر الحرارة في الداخل، وسوف يصل النظام إلى حالة توازن.



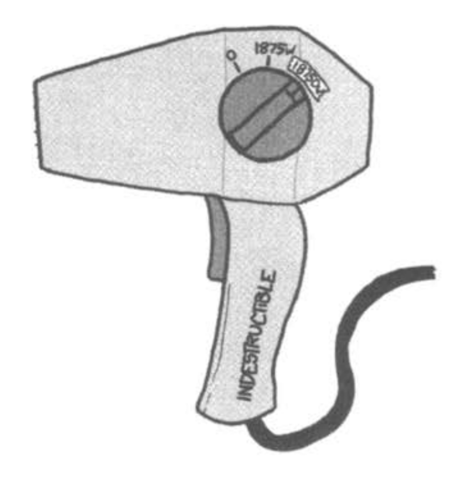
إنه ادفأ من والدي! إنه والداي الجدد.

سوف تكون درجة حرارة التوازن أبرد قليلاً إذا كان هناك نسيم هواء، أو إذا كان الصندوق مرتكزاً على سطح معدني مبلل يوصل الحرارة إلى الخارج بسرعة.

إذا كان الصندوق مصنوعاً من معدن، فسوف يكون ساخناً بما يكفي لحرق يدك إذا لمسته لأكثر من خمس ثوانٍ. وإذا كان من الخشب، فربما أنك تستطيع لمسه لبعض الوقت، ولكن هناك خطر أن تشتعل تلك الأجزاء من الصندوق الملامسة لفم مجفف الشعر.

سيكون الصندوق من الداخل مثل الفرن. وستعتمد درجة الحرارة التي يصل إليها على سماكة جدار الصندوق العازل، فكلما كان الجدار أكثر سماكة وعزلاً، كانت درجة الحرارة أعلى. ولن يتطلب الأمر جداراً سميكاً جداً لحرق مجفف الشعر.

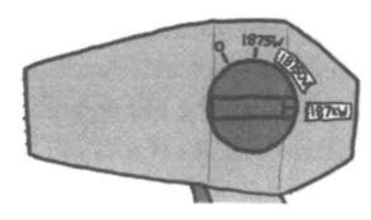
ولكن دعنا نفترض أنه مجفف شعر غير قابل للتدمير. وإذا كان لدينا شيء رائع، مثل مجفف شعر غير قابل للتدمير، فسيبدو من المؤسف أن تجعله يقتصر على 1875 واط.



مع تدفق 18,750 واط من مجفف الشعر، تصل حرارة سطح الصندوق إلى 200 درجة مئوية (475 درجة فهرنهايت)، بدرجة سخونة مقلاة فوق نار منخفضة - متوسطة.



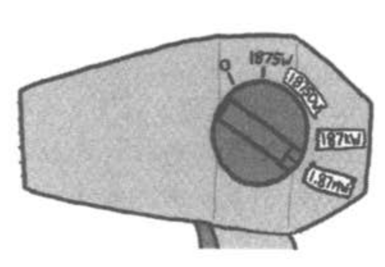
إنني أتساءل عن مدى الارتفاع الذي يمكن أن يصل إليه هذا القرص.



هناك قدر مأساوي من الحيز متبقٍ على القرص.

وصلت حرارة سطح الصندوق إلى 600 درجة مئوية، تقريباً، إنه ساخن بما يكفي لكي يتوهج باللون الأحمر.





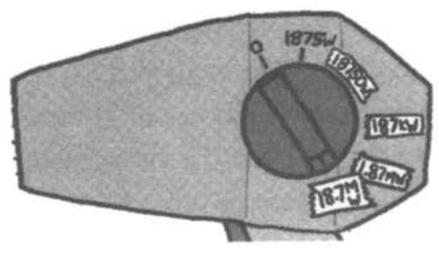
إذا كان مصنوعاً من الألمنيوم، يكون الجزء الداخلي قد بدأ بالانصهار. وإذا كان مصنوعاً من الرصاص، يكون الجزء الخارجي قد بدأ بالانصهار. وإذا كان على أرضية من الخشب، يكون الحريق قد شب في بالمنزل. ولكن ليس مهماً ما يحدث حول مجفف الشعر، فهو غير قابل للتدمير.

عندما يتم تحويل 2 ميغاواط إلى ليزر، تكون كافية لتدمير صواريخ.

عند 1300 درجة مئوية، يكون الصندوق الآن بسخونة الحمم البركانية، تقريباً.



مستوى آخر.



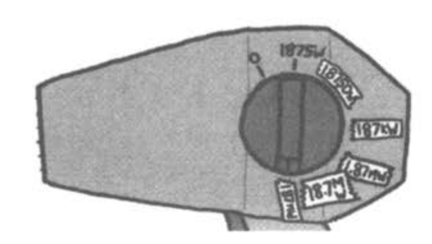
ربما مجفف الشعر هذا غير مطابق للمواصفات

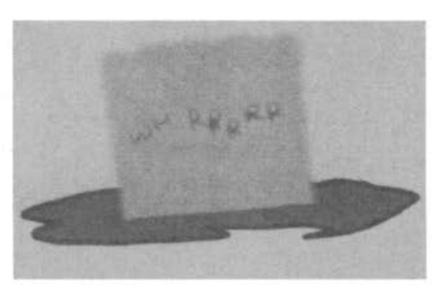
الآن تتدفق 18 ميغاواط داخل الصندوق.



تصل درجة حرارة سطح الصندوق إلى 2400 درجة مئوية. فإن كان مصنوعاً من الفولاذ، يكون قد انصهر الآن. وإن كان مصنوعاً من مادة مثل التنغستن، فمن الممكن أن نتصور أن يدوم لوقت أطول.

مستوى آخر واحد فقط، ثم سنتوقف.



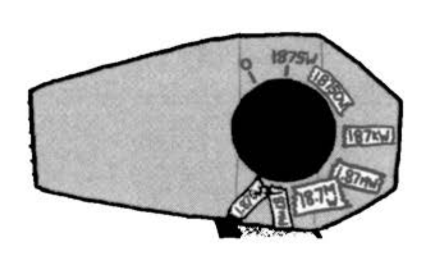


تتكون الأرضية من حمم بركانية.

هذا القَدْر من القدرة -187 ميغاواط- كافٍ لجعل الصندوق يتوهج باللون الأبيض. ليس هناك الكثير من المواد التي يمكنها تحمل هذه الظروف، لذا، لا بد لنا من أن نفترض أن الصندوق غير قابل للتدمير.

لسوء الحظ، الأرضية ليست كذلك.

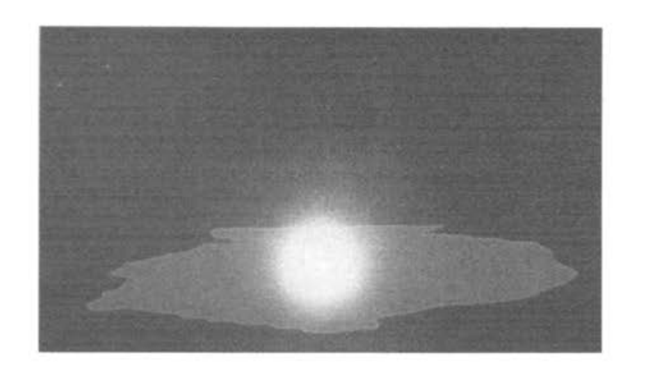
قبل أن يتمكن الصندوق من شق طريقه عبر الأرضية بالحرق، يلقي شخص ما بالوناً من الماء على الأرضية تحته، فيؤدي تمدد البخار الانفجاري إلى إطلاق الصندوق من الباب الأمامي ومنه إلى رصيف المشاة[1].

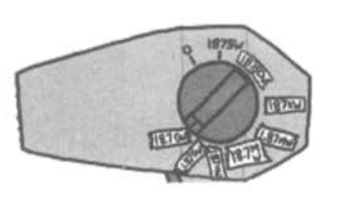


نحن الآن على 1,875 غيغاواط (لقد كذبتُ بشأن التوقف). وفقاً لفيلم الخيال العلمي العودة إلى المستقبل، يستمد مجفف الشعر الآن ما يكفي من الطاقة للسفر إلى الوراء في الزمن.

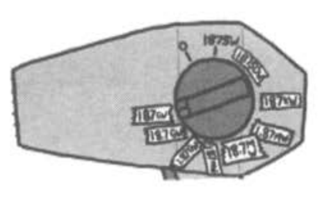
---

(1) ملاحظة: إذا صدف ذات مرة وحوصرت معي في مبنى يحترق، واقترحتُ عليك فكرة بشأن كيف يمكننا التخلص من الوضع، فربما من الأفضل لك أن تتجاهلني.

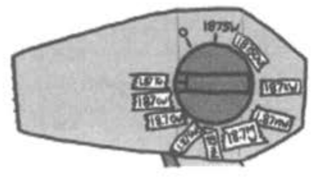




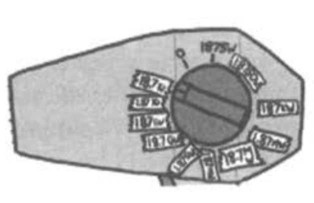
الصندوق براقٌ إلى درجة تخطف الأبصار، وأنت لا تستطيع الاقتراب أكثر من بضعة مئات من الأمتار لشدة الحرارة. إنه يستقر وسط بركة تتمدد من الحمم البركانية، وأي شيء ضمن 50–100 متر تشتعل به النيران. ويرتفع عمود من الحرارة والدخان عالياً في الجو. وتتسبب انفجارات دورية للغاز تحت الصندوق في جعله ينطلق في الهواء، فيشعل حرائق ويبدأ بتشكيل بركة حمم بركانية جديدة حيثما يهبط.

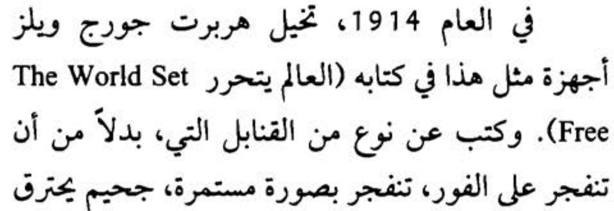


نستمر في إدارة القرص.

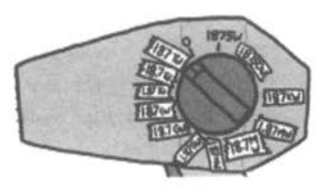


على 18,7 غيغاواط، تكون الظروف حول الصندوق مشابهة لتلك الموجودة على المنصة أثناء إطلاق مكوك فضاء. ويبدأ الصندوق بالتعرض للتقاذف من قِبل التيارات القوية التي يُنشئُها.





في العام 1914، تخيل هربرت جورج ويلز أجهزة مثل هذا في كتابه (العالم يتحرر The World Set Free). وكتب عن نوع من القنابل التي، بدلاً من أن تنفجر على الفور، تنفجر بصورة مستمرة، جحيم يحترق



ببطء ويشعل حرائق في وسط المدن لا يمكن إطفاؤها. وقد تنبأت القصة، بصورة مخيفة، بتطوير القنابل النووية، الأمر الذي حدث بعد 30 عاماً.

الصندوق الآن يحلق عبر الهواء. وفي كل مرة يصل فيها إلى الأرض، يقوم بتسخين السطح تسخيناً فائقاً، ويعمل عمود الهواء المتمدد على قذفه باتجاه السماء مرة أخرى.

إن تدفق 875 , 1 تيراواط يشبه كومة بحجم منزل من مادة تي إن تي تنفجر كل ثانية.

سلسلة من العواصف النارية –حرائق هائلة تُديم نفسها من خلال تكوين أنظمتها الخاصة من الرياح– تشق طريقها عبر المشهد الطبيعي.

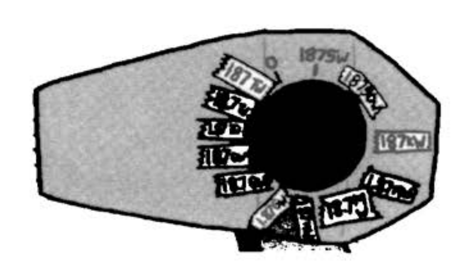
مرحلة هامة جديدة: يستهلك مجفف الشعر الآن من الطاقة، بصورة لا تُصدَّق، أكثر من جميع الأجهزة الكهربائية الموجودة على الكوكب معاً.

الصندوق، محلقاً عالياً فوق السطح، يعطي كل ثانية طاقة تكافئ ثلاثة اختبارات نووية.

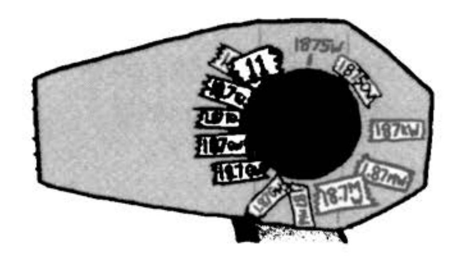
عند هذه المرحلة، يكون النمط واضحاً. سوف يقفز هذا الشيء مبتهجاً في كافة أنحاء الغلاف الجوي إلى أن يُدمر الكوكب.

دعنا نجرب شيئاً مختلفاً.

نعيد القرص إلى الصفر عندما يكون الصندوق ماراً فوق شمال كندا. إنه يبرد بسرعة، ويهوي إلى الأرض، هابطاً في بحيرة الدب الأكبر مع عمود من الدخان.



ومن ثم ...



في هذه الحالة يكون ذلك 11 بيتاواط.

قصة مختصرة:

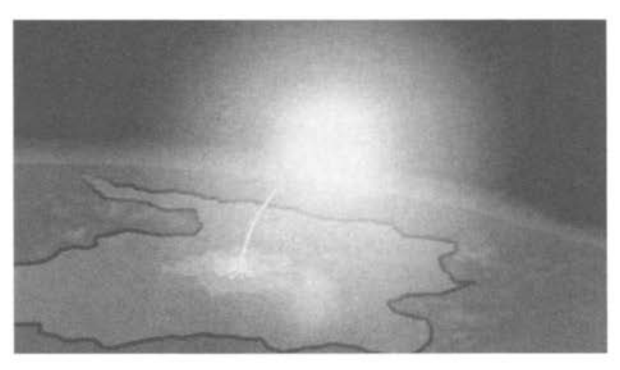
السجل الرسمي لأسرع كائن من صنع الإنسان هو مسبار هيليوس 2، الذي وصل إلى سرعة 70كم/ ثانية في دوران قريب حول الشمس. ولكن من الممكن أن يكون حامل اللقب الفعلي هو غطاء منهُل معدني بوزن طنّين.

كان الغطاء موضوعاً على قمة ممر رأسي في موقع اختبار نووي تحت الأرض، مُشغَّل من قِبل لوس ألاموس كجزء من عملية بلمبوب (Operation Plumbbob). عندما انفجرت القنبلة النووية محرِّرة كيلوطن في القاع، أصبح المرفق مدفع بطاطا نووي حقيقي، راكلاً الغطاء ركلة عملاقة. وقد تمكنت كاميرا سريعة موجهة نحو الغطاء من التقاط صورة واحدة فقط له وهو يتحرك للأعلى قبل أن يختفي - ما يعني أنه كان يتحرك بسرعة 66 كم/ ث. ولم يتم العثور على الغطاء أبداً.

والآن، 66 كم/ ث تعادل حوالى ستة أضعاف سرعة الإفلات، ولكن خلافاً للتخمين الشائع، من غير المرجح أن يكون الغطاء قد وصل إلى الفضاء، فتقديرات نيوتن لعمق الاصطدام تشير إلى أنه إما تم تدميره بالكامل من خلال الارتطام بالهواء، أو تمت تبطئته وسقط عائداً إلى الأرض.

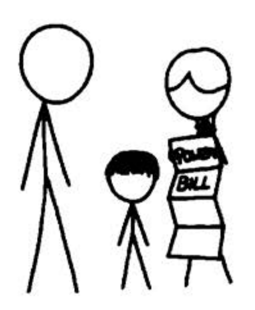
عندما نعيد تشغيل مجفف الشعر الخاص بنا والمُعاد تفعيله مرة أخرى، يتعرض صندوق مجفف الشعر، الذي يتذبذب في مياه البحيرة، لعملية مماثلة. فالبخار المُسخَّن أسفل منه يتمدد نحو الخارج، وعندما يرتفع الصندوق داخل الهواء، يتحول كامل سطح

البحيرة إلى بخار. ويعمل البخار المسخَّن إلى بلازما بفعل غزارة الإشعاع، بتسريع الصندوق أكثر وأكثر.



الصورة بإذن من الكوماندر هادفيلد

بدلاً من الاندفاع بطيش إلى الغلاف الجوي مثل غطاء المنهل، يطير الصندوق من خلال فقاعة من بلازما متمددة تُبدي مقاومة قليلة. ويغادر الغلاف الجوي ويواصل طريقه مبتعداً ومتلاشياً ببطء من شمس أخرى إلى نجم باهت. وتحترق معظم مناطق الشمال الغربي، ولكن الأرض نجت.



من ناحية أخرى، قد يتمنى البعض لو أننا لم ننجُ.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 2

س. هل إلقاء مادة مضادة داخل مفاعل تشيرنوبيل، عندما كان ينصهر، كان من الممكن أن يوقِف الانصهار؟

- إيه جيه



س. هل من الممكن الصراخ كثيراً إلى درجة توصل فيها نفسك إلى حالة الجفاف؟

- كارل وايلدرموث



آخر ضوء من صنع البشر

س. إذاً، ببساطة، اختفى جميع البشر، بطريقة ما، عن وجه الأرض، كم من الوقت سيمر قبل أن يُطفأ آخر مصدر اصطناعي للضوء ؟

- ألان

ج. سيكون هناك الكثير من المتنافسين على لقب «آخر ضوء».

تناول كتاب ألان وايزمان الرائع، العالم بدوننا (The World Without Us) والذي صدر في العام 2007، بتفصيل كبير، استكشاف ما قد يحدث لمنازل وطرقات وناطحات سحاب ومزارع وحيوانات الأرض إذا اختفى البشر فجأة. وكذلك استقصى المسلسل التلفزيوني الذي عُرِض في العام 2008، الحياة ما بعد الناس (Life After People)، المُقترَح ذاته. إلا أن أياً منهما لم يُجِب عن هذا السؤال بعينه.

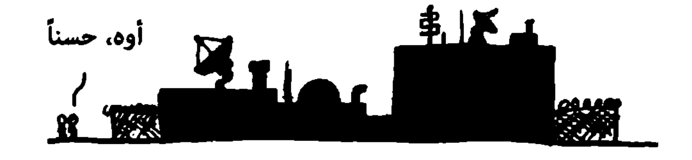
سوف نبدأ بالأمر البديهي: معظم الأنوار لن تدوم طويلاً، لأن معظم شبكات الكهرباء سوف تتوقف عن العمل بسرعة، نسبياً. ومعظم محطات الكهرباء التي تعمل بالفحم الحجري وتوفر القدر الأكبر من كهرباء العالم، تتطلب إمدادات مستمرة بالوقود، وسلسلة الإمداد الخاصة بها تستلزم اتخاذ قرارات من قِبل البشر.

في 4 آب/أغسطس من العام 2017، تم ربط سكاي نت على الشبكة وأوكلت إليها مسؤولية قرارات شراء الوقود لمحطات الكهرباء الخاصة بنا.

في 29 آب/أغسطس، أصبحت واعية ذاتياً وقررت تدمير البشرية.

لحسن الحظ، كل ما تمكّنَت من فعله كان رفض شراء الوقود.

في نهاية المطاف، قام شخص ما بإيقاف تشغيلها.



بدون ناس، سيكون هناك انخفاض في الطلب على الكهرباء. ولكن ستكون هناك منظِّمات حرارة أخرى قيد التشغيل. وعندما تبدأ محطات الفحم الحجري والنفط بالتوقف عن العمل في الساعات الأولى، ستكون هناك حاجة لكي تتولى محطات أخرى مهمة التعويض عن النقص. ومن الصعوبة بمكان التعامل مع مثل هذا الوضع، حتى بتوجيه بشري. وستكون النتيجة سلسلة سريعة من الانهيارات التعاقبية، تؤدي إلى انقطاع تام في التيار الكهربائي في جميع شبكات الكهرباء الكبرى.

من ناحية أخرى، هناك الكثير من الكهرباء التي تأتي من مصادر ليست مرتبطة بشبكات الكهرباء الكبرى. دعنا نلقي نظرة على بعض من تلك المصادر، ومتى يمكن أن يتوقف كل منها.

مولدات الديزل

كثير من المجتمعات المعزولة، مثل تلك التي تعيش على جزر نائية، تحصل على الكهرباء من مولدات الديزل. ومن الممكن لهذه أن تستمر في العمل إلى أن ينفد الوقود، الأمر الذي من الممكن أن يحدث في فترة تتراوح ما بين أيام إلى أشهر.

محطات الطاقة الحرارية الأرضية

إن محطات توليد الطاقة التي لا تحتاج إلى إمداد بوقود يوفره البشر يكون حالها أفضل. ومن الممكن لمحطات الطاقة الحرارية الأرضية، التي تستمد طاقتها من حرارة باطن الأرض، أن تستمر في العمل بدون تدخل بشري.

وفقاً لكتيب الصيانة لمحطة جزيرة سفارتسينجي الحرارية الأرضية في آيسلندا، ينبغي على عمال الصيانة أن يقوموا بتغيير زيت علبة التروس وإعادة تشحيم جميع الموتورات الكهربائية والوصلات كل ستة أشهر. وبدون وجود بشر للقيام بهذا النوع من إجراءات الصيانة، من الممكن لبعض المحطات أن تعمل لبضع سنوات، ولكنها، في نهاية المطاف، سوف تتعطل بفعل التآكل.

توربينات الرياح

الناس الذين يعتمدون على توربينات الرياح سيكونون في وضع أفضل من الغالبية. إذ أن التوربينات مصمَّمة بحيث لا تحتاج لصيانة مستمرة، وذلك لسبب بسيط هو أن هناك الكثير منها ويعتبَر تسلُّقها أمراً مُجهداً.

بعض طواحين الهواء من الممكن أن تعمل بدون تدخل بشري لفترة طويلة من الزمن. وقد تم تركيب توربينة رياح جيدسر في الدنمرك في أواخر خمسينيات القرن العشرين، وولَّدَت كهرباء لمدة 11 عاماً بدون صيانة. ويُقدَّر، نموذجياً، أن تعمل التوربينات الحديثة لمدة 30,000 ساعة (ثلاث سنوات) بدون أن تحتاج إلى صيانة. وليس هناك شك في أن بعضها سيستمر في العمل لعقود. ومن المؤكد أن يكون في واحد منها، على الأقل، مصباح بصمام ثنائي باعث للضوء من نوع ستاتس في مكان ما.

وفي نهاية المطاف، سوف تتوقف جميع توربينات الرياح للسبب ذاته الذي سوف يدمر محطات الطاقة الحرارية الأرضية: علبة تروسها سوف تتوقف عن العمل.

السدود الكهرومائية

سوف تستمر المولدات التي تحول طاقة المياه المتساقطة إلى كهرباء لفترة طويلة. وقد تحدث مُعدّو برنامج الحياة ما بعد الناس، من قناة هيستوري تشانيل، مع أحد المشغّلين

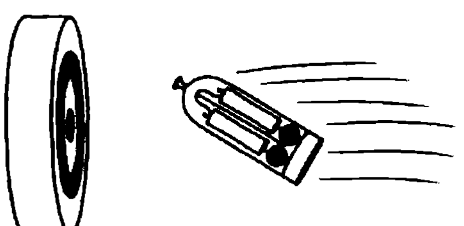
الذين يعملون في سد هوفر، والذي قال إنه لو خرج الجميع، فإن المرفق سيعمل بصورة تلقائية لسنوات. وربما أن السد سوف يتعطل إما لانسداد المداخل، أو للعطل الميكانيكي ذاته الذي يصيب توربينات الرياح ومحطات الطاقة الحرارية الأرضية.

البطاريات



سوف تتوقف جميع الأنوار التي تستمد طاقتها من البطاريات في غضون عقد أو عقدين. فالبطاريات تفقد شحنتها ذاتياً بصورة تدريجية، حتى بدون أي شيء يستهلك طاقتها. وبعض الأنواع تدوم لفترة أطول من غيرها، ولكن حتى البطاريات التي تظهر في الإعلانات أن لديها فترة صلاحية طويلة، تحتفظ بشحنتها، بصورة نموذجية، لمدة عقد أو عقدين فقط.

هناك بعض الاستثناءات القليلة. ففي مكتبة كلاريندون في جامعة أكسفورد، يوجد جرس يستمد طاقته من بطارية، ويرن منذ العام 1840. «يرن» الجرس بهدوء شديد إلى درجة أنه غير مسموع، تقريباً، مستهلكاً كمية ضئيلة جداً من الشحنة مع كل حركة للسان الجرس. لا أحد يعلم تماماً أي نوع من البطاريات يستخدم لأنه لا أحد يريد أن يفككه لاكتشاف ذلك.

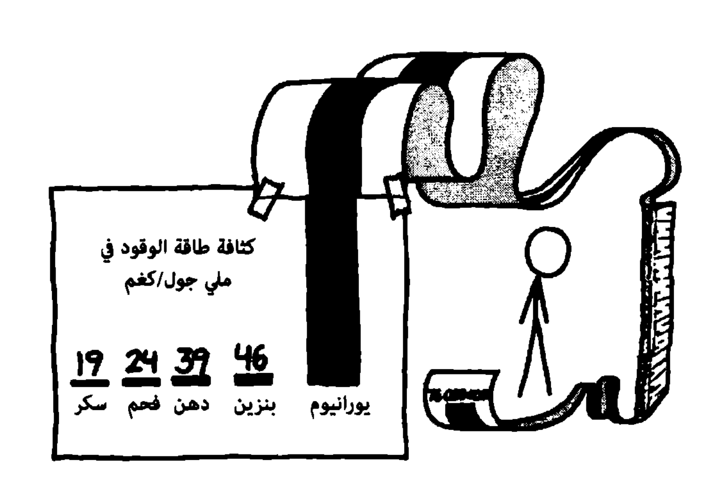


فيزيائيو سيرن يستقصون أمر جرس أكسفورد

من المؤسف أنه ليس هناك ضوء موصول به.

المفاعلات النووية

المفاعلات النووية مراوِغَة قليلاً. فإذا ضُبطَت على وضع الطاقة المنخفض، يمكنها أن تستمر بالعمل إلى أجل غير مسمى، تقريباً، فكثافة الطاقة في وقودها مرتفع إلى تلك الدرجة. وكما عبر عن ذلك رسم كاريكاتيري معين نُشِر على الإنترنت:



للأسف، على الرغم من وجود ما يكفي من الوقود، إلا أن المفاعلات لن تستمر في العمل لفترة طويلة. فحالما يحدث خلل ما، سوف يتم توقيف قلب المفاعل بطريقة تلقائية. وهذا الأمر يمكن أن يحدث بسرعة. أمور كثيرة يمكنها أن تتسبب به، ولكن المُسبب الأكثر احتمالاً هو فقدان الكهرباء الخارجية.

قد يبدو الأمر غريباً أن محطة طاقة نووية تتطلب طاقة خارجية لتشغيلها، ولكن كل جزء من نظام التحكم في المفاعل النووي مُصمَّم بحيث أن أي انقطاع سوف يؤدي إلى إيقاف، أو «SCRAM»، أي إطفاء سريع للمفاعل[1]. عندما تنقطع الكهرباء

(1) عندما بنى إنريكو فيرمي أول مفاعل نووي، قام بتعليق قضبان التحكم بواسطة حبل مربوط بدرابزين شرفة. وفي حالة حدوث أي شيء خاطئ، كان يتمركز بجانب الدرابزين فيزيائي قدير يحمل بلطة. وهذا يقود إلى القصة، التي من المحتمل أن تكون ملفقة، بأن كلمة SCRAM ترمز إلى «Safety Control Rod Axe Man».

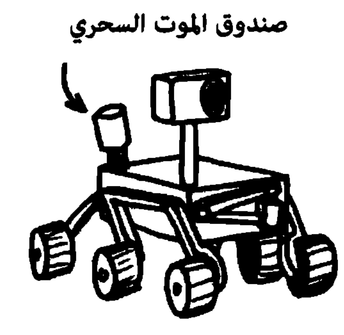
الخارجية، سواء بسبب توقف محطة توليد الكهرباء الخارجية أو بسبب نفاد وقود مولدات الكهرباء الاحتياطية، فإن المفاعل النووي سوف يتعرض لإطفاء مفاجئ أو SCRAM .

المسابر الفضائية

من بين جميع مصنوعات البشر، ربما تكون مركبتنا الفضائية أكثرها ديمومة، فبعض مداراتها ستدوم لملايين السنين، على الرغم من أن طاقتها الكهربائية، نموذجياً، لن تدوم لتلك الفترة.

في غضون قرون، سوف تكون مركبات المريخ الجوالة (Mars rovers) الخاصة بنا مدفونة بالغبار. وبحلول ذلك الوقت، سيكون الكثير من أقمارنا الصناعية قد سقطت عائدة إلى الأرض، عندما تكون مداراتها قد اضمحلت. وسوف تدوم أقمار نظام التموضع الفضائي (GPS) لفترة أطول في مداراتها البعيدة. ولكن مع مرور الزمن، حتى أكثر المدارات استقراراً سوف تضطرب بفعل القمر والشمس.

كثير من المركبات الفضائية تستمد طاقتها من ألواح شمسية، وأخرى من التحلل الإشعاعي. على سبيل المثال، تستمد مركبة المريخ الجوالة، كيوريوزيتي، طاقتها من الحرارة المنبعثة من كتلة من البلوتونيوم تحملها في وعاء على طرف عصا.



من الممكن أن تستمر كيوريوزيتي بالحصول على الطاقة الكهربائية من بطارية النظائر المشعة (RTG) لأكثر من قرن. وفي نهاية المطاف، سوف ينخفض فرق الجهد (الفولتيه) إلى مقدار متدنٍ جداً بحيث لا يكون كافياً لإبقاء المركبة الجوالة تعمل. إلا أن أجزاء أخرى ربما سوف تتلف قبل أن يحدث ذلك.

لذلك، تبدو كيوريوزيتي واعدة. ولكن هناك مشكلة واحدة: لا توجد أضواء.

يوجد لكيوريوزيتي أضواء، وتستخدمها فقط لإنارة العينات وإجراء التحليل الطيفي. إلا أن هذه الأضواء تُنار فقط عند إجراء القياسات. وليس هناك أي سبب لإنارتها بدون تعليمات بشرية.

ما لم يكن هناك بشر على متن المركبات الفضائية، فلن تكون هناك حاجة لكثير من الأضواء فيها. لقد كان في مسبار غاليليو، الذي استكشف كوكب المشتري في تسعينيات القرن العشرين، العديد من مصابيح الصمام الثنائي باعث للضوء(LED) في آلية تسجيل بيانات الطيران الخاصة به. ونظراً لأنها كانت تُطلِق أشعة تحت حمراء بدلاً من الضوء المرئي، فإن تسميتها «ضوءاً» يعتبَر تجاوزاً - وعلى أي حال، فقد تم تحطيم غاليليو عن عمد بجعله يرتطم في كوكب المشتري في العام 2003[1].

هناك أقمار صناعية أخرى تحمل مصابيح من نوع الصمام الثنائي باعث للضوء (LED). على سبيل المثال، تستخدِم بعض أقمار نظام التموضع العالمي (GPS) مصابيح الصمام الثنائي باعث للضوء (LED) بأشعة فوق بنفسجية للتحكم في زيادة الشحنة في بعض أجهزتها، وتستمد طاقتها من الألواح الشمسية. ويمكنها، نظرياً، أن تستمر في العمل ما دامت الشمس مشرقة. وللأسف، معظمها لن تدوم حتى بقدر ما قد تداوم كيوريوزيتي، ففي نهاية المطاف، سوف تنهار نتيجة التصادم مع الحطام الموجود في الفضاء.

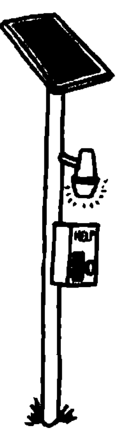
ولكن الألواح الشمسية لا تستخدَم فقط في الفضاء.

الطاقة الشمسية

أكشاك مكالمات الطوارئ، الموجودة عادة في أماكن نائية، تعمل غالباً بالطاقة الشمسية. وعادة ما يكون مركب عليها أضواء توفر إنارة في كل ليلة.

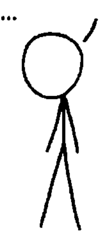
---

(1) الغرض من التصادم كان جعل المسبار يحترق بأمان بحيث لا يلوث، عن طريق الصدفة، أقمار المشتري القريبة، مثل يوروبا المائي، ببكتيريا من الأرض.



وعلى غرار توربينات الرياح، فإنه تصعب صيانتها، لذلك تُصنَع بحيث تدوم لفترات طويلة. وطالما يتم الحفاظ عليها خالية من الغبار والحطام، فإن الألواح الشمسية ستدوم، بشكل عام، بقدر ما تدوم الإلكترونيات الموصولة بها.

في نهاية المطاف، سوف تتعطل أسلاك ودارات الألواح الشمسية بفعل التآكل. ولكن الألواح الشمسية في المناطق الجافة، والمزودة بإلكترونيات جيدة الصنع، يمكنها بسهولة أن تستمر في توفير الكهرباء لقرن إذا بقيت خالية من الغبار بفعل هبات الرياح العرَضية أو المطر على الألواح المكشوفة.



إذا اعتمدنا تعريفاً دقيقاً للضوء، فمن الممكن تصوُّر أن الأضواء الموجودة في أماكن نائية، والتي تستمد طاقتها من الشمس، ستكون آخر مصادر الضوء الباقية من صنع الإنسان[1].

ولكن هناك منافس آخر، وهو منافس غريب.

إشعاعات تشيرنكوف

الإشعاعات ليست دائماً مرئية.

كان من المعتاد أن تتم تغطية وجه الساعة بالراديوم، ما يجعلها تتوهج. من ناحية أخرى، لم يكن هذا التوهج يأتي من الإشعاعات ذاتها. بل كان يأتي من الطلاء الفلورسنتي فوق الراديوم، الذي كان يتوهج عندما يتعرض لإشعاعات. ومع مرور السنين، يزول الطلاء. وعلى الرغم من أن وجه الساعة ما زال مُشعاً، إلا أنه لم يعد يتوهج.

(1) قام الاتحاد السوفيتي ببناء منارات تستمد طاقتها من التحلل الإشعاعي، إلا أنه لم تعد أياً منها تعمل.

من ناحية أخرى، أرقام الساعة ليست هي مصدرنا الوحيد للضوء المشع.

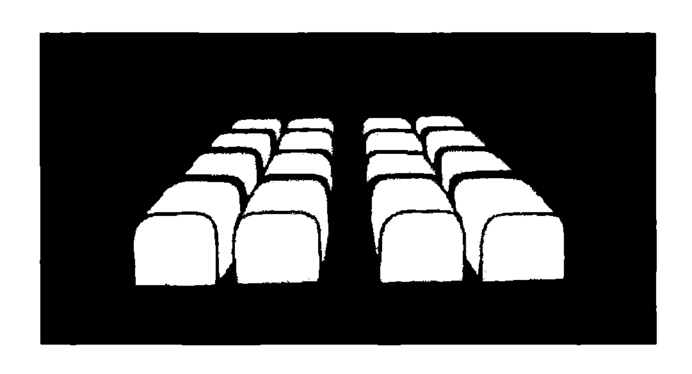
عندما تمر جسيمات مشعة عبر مواد مثل الماء أو الزجاج، يمكنها أن تبعث ضوءاً بواسطة نوع من دويّ اختراق حاجز الصوت الضوئي. هذا الضوء يُسمى أشعة تشيرنكوف، ويُشاهَد في التوهج الأزرق المميِّز لقلوب المفاعلات النووية.

بعض منتجات نفاياتنا المشعة، مثل سيزيوم - 137، يتم صهرها ومزجها مع الزجاج، بعدئذ تُبرّد لتتحول إلى لِبنة صلبة يكون من الممكن تغليفها بمزيد من التدريع بحيث يمكن نقلها وتخزينها بأمان.

تتوهج هذه اللبِنات في الظلام باللون الأزرق.

يبلغ نصف عمر السيزيوم - 137 ثلاثين عاماً، ما يعني أنه بعد قرنين من الزمان سيكون لا يزال يتوهج بنسبة 1 بالمائة من الإشعاع الأصلي. ونظراً لأن لون الضوء يعتمد فقط على طاقة التحلل، وليس كمية الإشعاعات، فسوف تخفت في السطوع مع مرور الزمن، ولكن تحتفظ باللون الأزرق نفسه.

وهكذا نصل إلى جوابنا: بعد قرون من الآن، عميقاً في سراديب أسمنتية، سيكون الضوء المصنوع من أكثر نفاياتنا سميّة ما زال متألقاً.



صنع جهاز طيران فردي من مدفع رشاش

س. هل من الممكن صُنع جهاز طيران فردي باستخدام مدافع رشاشة تطلق النار نحو الأسفل؟

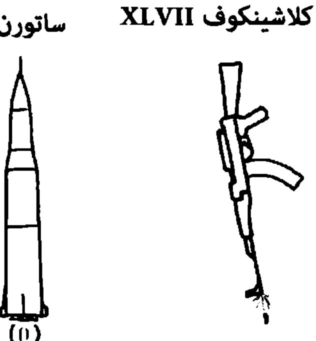
- روب بي

ج. **لقد كنت مندهشا** نوعاً ما عندما وجدت أن الجواب هو نعم! ولكن لكي تصنعه بطريقة صحيحة، عليك أن تتحدث مع الروس.

المبدأ هنا بسيط جداً. إذا أطلقت رصاصة إلى الأمام، فإن الارتداد سوف يدفعك للخلف. وهكذا إذا أطلقت النار نحو الأسفل، فلا بد أن يدفعك الارتداد نحو الأعلى.

أول سؤال علينا الإجابة عنه يتمثل في «هل من الممكن لبندقية أن ترفع وزنها ذاته؟» إذا كان المدفع الرشاش يزن عشرة باوندات ويُنتجِ 8 باوندات من الارتداد عندما يطلِق النار، فلن يكون قادراً على رفع نفسه عن الأرض، ناهيك عن رفع نفسه إضافة إلى شخص آخر.

في عالم الهندسة، تسمى النسبة بين قوة دفع محرك المركبة والوزن، على نحو ملائم، **نسبة قوة الدفع إلى الوزن**. فإذا كانت أقل من 1، عندئذ لا يمكن للمركبة أن ترتفع. ونسبة قوة الدفع إلى الوزن الخاصة بالصاروخ ساتورن 5 كانت تبلغ حوالى 1.5 .



على الرغم من أنني نشأت في الجنوب، إلا أنني لست خبير أسلحة نارية. لذلك، ومن أجل الحصول على مساعدة للإجابة عن هذا السؤال، اتصلت مع أحد معارفي في تكساس[1].

ملاحظة: رجاء، رجاء، لا تجرب هذا في منزلك.

وكما يتبيّن، فقد كان للكلاشينكوف إيه كيه -47 (AK-47) نسبة قوة دفع إلى الوزن تصل إلى حوالى 2. وهذا يعني أنك إذا جعلته واقفاً وثبته بطريقة ما بحيث يكون الزناد نحو الأسفل، فسوف يرتفع في الهواء أثناء إطلاق النار. وهذا لا ينطبق على جميع الأسلحة الرشاشة، فالمدفع الرشاش إم 60 (M60)، على سبيل المثال، ربما لا يمكنه إنتاج ارتداد بما يكفي لرفع نفسه عن الأرض.

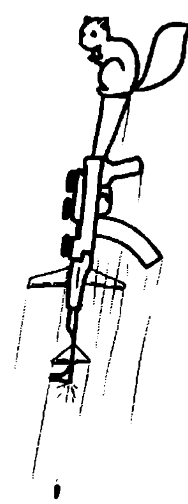
إن مقدار الدفع الناتج عن صاروخ (أو مدفع رشاش يُطلِق النار) يعتمد على (1) كمية الكتلة التي يقذفها وراءه، و(2) مدى السرعة التي يقذفها بها. وتكون قوة الدفع هي حاصل ضرب هاتين الكميتين:

قوة الدفع = معدل إطلاق الكتلة × سرعة الإطلاق

إذا كان سلاح إيه كيه - 47 يُطلِق عشر طلقات كتلة كل منها 8 - غرام في الثانية بسرعة 715 متراً في الثانية، ستكون قوة دفعه هي:

10 طلقات/ ثانية × 8 غرام/ طلقة × 715 متراً/ ثانية = 57.2 نيوتن ≈ (13 باونداً من القوة).

(1) تقديري بحسب كمية الذخيرة التي كانوا يضعونها حول منزلهم جاهزة لقياسها ووزنها من أجلي، فمن الواضح أن تكساس أصبحت نوعاً من منطقة حرب مقدسة ما بعد نهاية العالم على غرار فيلم ماد ماكس.



ونظراً لأن سلاح إيه كيه - 47 يزن فقط 10.5 باوند عندما يكون محشواً بالطلقات، فينبغي أن يكون قادراً على الإقلاع والتسارع نحو الأعلى.

عملياً، سوف يتبين أن قوة الدفع الفعلية ستكون حوالى 30 بالمائة أعلى. والسبب في ذلك هو أن السلاح لا يقوم فقط برمي الطلقات - بل يُطلِق أيضاً غازاً ساخناً وحطاماً متفجراً. ومقدار القوة الإضافية التي يضيفها ذلك تتفاوت بحسب السلاح ومخزن الطلقات (الكارتريدج).

وتعتمد الكفاءة الكلية أيضاً على ما إذا كنت ترمي أغلفة الطلقات خارج المركبة أم تحملها معك. لقد سألت معارفي في تكساس إذا كان بإمكانهم وزن بعض الأغلفة من أجل حساباتي. وعندما وجدوا صعوبة في العثور على ميزان، اقترحت عليهم، بصورة مفيدة، أنه نظراً لحجم الترسانة المتوفرة عندهم، فقد كانوا حقاً بحاجة للعثور على شخص آخر يمتلك ميزاناً[1].

إذن، ماذا يعني كل ذلك بالنسبة لجهازنا للطيران الفردي؟

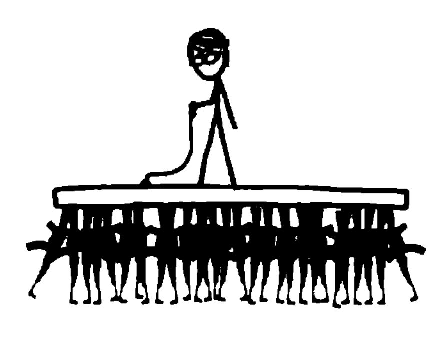
حسناً، من الممكن لسلاح إيه كيه أن يُقلِع، ولكنه لا يمتلك قوة دفع إضافية تكفي لرفع أي شيء يزن أكثر بكثير من سنجاب.

يمكننا أن نجرب استخدام بنادق متعددة. فإذا قمتَ بإطلاق النار من بندقيتين نحو الأرض، فسوف يولد ذلك ضعف قوة الدفع. وإذا كانت كل بندقية تستطيع أن ترفع 5 باوندات أكثر من وزنها، فيمكن لبندقيتين أن ترفعا 10 باوندات.

عند هذه النقطة، يبدو واضحاً إلى أين نتجه:

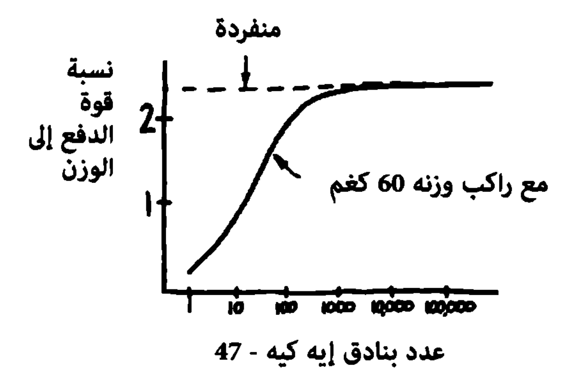
---

(1) بصورة مثالية، شخص ما لديه كمية أقل من الذخيرة.



لن تذهب إلى الفضاء اليوم.

إذا أضفنا عدداً كافياً من البنادق، يصبح وزن الراكب غير مهم، حيث أنه يتوزع على الكثير جداً من البنادق إلى درجة أن البندقية الواحدة بالكاد تلاحظ. وعندما يزداد عدد البنادق، ونظراً لأن الآلة الغريبة فعلياً عبارة عن مجموعة من البنادق المنفردة تطير بصورة متوازية، فإن نسبة قوة الدفع إلى الوزن تقترب من تلك الخاصة ببندقية واحدة غير مُثقلَة:



ولكن توجد مشكلة: الذخيرة.

مستودع ذخيرة إيه كيه - 47 يحمل 30 طلقة. وبمعدل 10 طلقات في الثانية، سوف يوفر هذا مجرد ثلاث ثوانٍ لا قيمة لها من التسارع.

يمكننا تحسين ذلك باستخدام مستودع ذخيرة أكبر - ولكن فقط إلى حد معين. ويتبين أنه لا توجد أي ميزة إضافية بحمل أكثر من ما يقرب من 250 طلقة من الذخيرة.

والسبب في ذلك يتمثل في مشكلة جوهرية ومركزية في علم الصواريخ: الوقود يجعلك أكثر وزناً.

تزِن كل طلقة 8 غرامات، ويزن مخزن الطلقات («إجمالي الطلقات») ما يزيد على 16 غراماً. فإذا أضفنا أكثر من 250 طلقة تقريباً، فإن بندقية إيه كيه- 47 ستكون ثقيلة جداً إلى درجة لا تسمح لها بالإقلاع.

وهذا يشير إلى أن مركبتنا المُثلى قد تتكون من عدد كبير من بنادق إيه كيه - 47 (بحد أدنى يبلغ 25 بندقية ولكن، مثالياً، ما لا يقل عن 300 بندقية) تحمل كل منها 250 طلقة من الذخيرة. ويمكن للأنواع الأكبر من هذه المركبة أن تتسارع تصاعدياً إلى سرعات تقترب من 100 متر في الثانية، مرتفعة ما يزيد عن نصف كيلومتر في الجو.

وهكذا نكون قد أجبنا عن سؤال روب. مع عدد كافٍ من البنادق الرشاشة، يمكنك أن تطير.

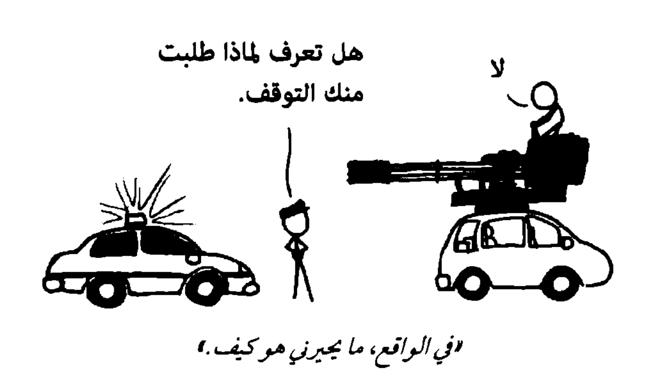
ولكن من الواضح أن معدات إيه كيه - 47 ليست جهاز طيران فردي عملي. هل يمكننا أن نفعل أفضل من ذلك؟

اقترح أصدقائي في تكساس مجموعة من المدافع الرشاشة، وقد أجريتُ الحسابات على كل واحدة منها. بعضها كان جيداً جداً. فمدفع إم جي - 42 (MG-42)، وهو مدفع رشاش أثقل، له نسبة قوة دفع إلى الوزن أعلى، بشكل طفيف، من إيه كيه - 47.

بعدئذ اتجهنا نحو الأكبر.

مدفع GAU-8 Avenger يُطلِق ما يصل إلى 60 طلقة في الثانية، كل منها تزن باونداً واحداً. وينتِج تقريباً 5 أطنان من قوة الارتداد، وهو أمر جنوني نظراً لأنه مركَّب على طائرة من نوع (A-10 «Warthog») والتي يولِّد كل محرك من محركيها قوة دفع تبلغ فقط 4 أطنان. فإذا وضعت الاثنين معاً في طائرة واحدة، وأطلقت النار من كليهما نحو الأمام أثناء فتح الصمام الخانق، فإن الغلبَة ستكون للمدفعين، وسوف تتسارع أنت نحو الخلف.

وللتعبير عن ذلك بطريقة أخرى: إذا قمت بتركيب مدفع GAU-8 على سيارتي، ووضعت السيارة على وضع محايد، وبدأت بإطلاق النار تجاه الخلف من حالة الثبات، فسوف أتجاوز حدود السرعة في الطريق السريع في أقل من ثلاث ثوانٍ.



«في الواقع، ما يحيرني هو كيف.»

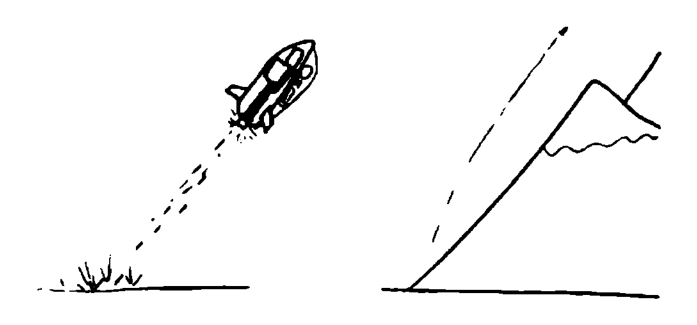
بقدر ما يمكن أن يكون هذا السلاح جيداً كجهاز طيران فردي، إلا أن الروس صنعوا مدفعاً يمكن أن يعمل حتى أفضل. فالمدفع Gryazev-Shipunov GSh-6-30 يزن نصف وزن GAU-8، وله معدل إطلاق نيران أعلى حتى. ونسبة قوة الدفع إلى الوزن فيه تقارب 40، ما يعني أنك إذا وجَّهت واحداً نحو الأرض وأطلقت النار، فلن يُقلِع وسط رذاذ متمدد من الشظايا المعدنية القاتلة فقط، بل إنك سوف ترتفع بتسارع مقداره 40 جي.

إن هذا كثير جداً. في الواقع، حتى عندما يكون مركَّباً بإحكام على إحدى المركبات، فإن التسارع كان مشكلة:

الارتداد ... لا يزال يميل إلى إحداث أضرار في الطائرة. وقد تم تخفيض سرعة إطلاق النار إلى 4,000 رصاصة في الدقيقة، ولكن ذلك لم يساعد كثيراً. فقد كانت مصابيح الهبوط تنكسر دائماً بعد إطلاق النار ... إطلاق أكثر من 30 طلقة في دفقة واحدة كان يعني البحث عن مشاكل من التسخين المفرط...

– غريغ غويبل، airvectors.net

ولكن إذا قمت بطريقة ما بتدعيم الراكب البشري، وجعلت المركبة قوية بما يكفي لتحمل التسارع، غلفت مدفع GSh-6-30 في غطاء أيروديناميكي، وتأكدت من أنه مبرَّد بطريقة جيدة ...



... يمكنك أن تقفز فوق الجبال.

الارتفاع باطراد

س. إذا بدأت فجأة بالارتفاع بمعدل قدم واحد في الثانية، كيف ستموت بالضبط؟ هل ستتجمد أولاً أم ستختنق أولاً؟ أو شيء ما آخر؟

- ريبيكا بي



ج. هل أحضرت معطفا؟

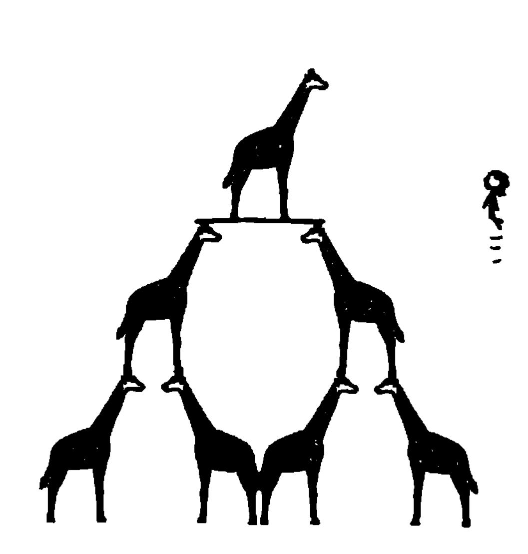
قدم واحد في الثانية ليست سرعة عالية، إنها فعلياً أبطأ من مصعد نموذجي. وقد يحتاج منك الأمر إلى 5–7 ثوانٍ لكي ترتفع بعيداً عن متناول الأذرع، حسب أطوال أصدقائك.

بعد 30 ثانية، سوف تكون قد ارتفعت عن الأرض 30 قدماً – 9 أمتار. وإذا نظرتِ إلى موضوع رمية عالية، سوف تعرف أن هذه هي آخر فرصة لصديق لك لكي يرمي لك شطيرة أو عبوة مياه أو ما شابه[1].

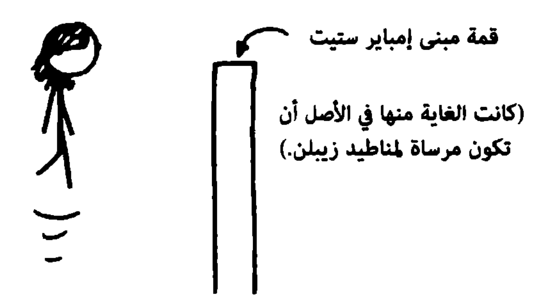
---

(1) لن تساعدك على البقاء حياً، ولكن...

بعد دقيقة أو دقيقتين، سوف تكون فوق الأشجار. بصورة عامة، سوف تكون ما تزال مرتاحاً كما لو كنت على الأرض. وإذا كان يوماً فيه رياح خفيفة، فمن المحتمل أن يصبح الجو أكثر برودة بسبب الرياح الثابتة أكثر فوق خط الأشجار[1].



بعد 10 دقائق سوف تكون فوق جميع المباني ما عدا أعلى ناطحات السحاب، وبعد 25 دقيقة سوف تتجاوز قمة مبنى إمباير ستيت.



(1) بالنسبة لهذه الإجابة، سوف أفترض تسلسلاً نموذجياً لدرجات حرارة الغلاف الجوي. ومن الممكن، بالطبع، أن تتفاوت قليلاً.

يكون الهواء على هذه الارتفاعات أرق بنسبة 3 بالمائة عما هو عليه على سطح الأرض. لحسن الحظ، يتعامل جسمك مع مثل هذه التغييرات طوال الوقت. وربما تشعر بضغط في الأذن، ولكنك قد لا تلاحظ أي شيئاً آخر.

يتغير الضغط الجوي بسرعة مع الارتفاع. ومن المثير للاستغراب أنه عندما تكون واقفاً على الأرض، يتغير الضغط بصورة قابلة للقياس ضمن مجرد أقدام قليلة. وإذا كان هاتفك يحتوي على باروميتر، كما هو حال الكثير من الهواتف الحديثة، يمكنك تنزيل أحد التطبيقات ورؤية فرق الضغط بين رأسك وقدميك فعلياً.

قدم واحد في الثانية يعادل تقريباً كيلومتراً في الساعة. لذلك، فبعد ساعة ستكون مرتفعاً عن الأرض بمقدار كيلومتر واحد. عند هذه المرحلة، سوف تبدأ، بالتأكيد، بالشعور بالبرد. وإذا كان لديك معطف، سوف تكون ما تزال بخير. على الرغم من أنك سوف تلاحظ أن الريح تشتد.

عند حوالى ساعتين وكيلومترين، سوف تنخفض الحرارة إلى درجة التجمد، كما أن الرياح، على الأرجح، ستزداد سرعتها. وإذا كان لديك أي جلد مكشوف، فهنا تصبح قضمة الصقيع مثيرة للقلق.

عند هذه النقطة، سوف ينخفض الضغط عما خبِرته في مقصورة طائرة[1]. وستبدأ التأثيرات تصبح أكثر أهمية. من ناحية أخرى، ما لم يكن لديك معطف دافئ، فإن درجة الحرارة ستكون مشكلة أكبر.

خلال الساعتين التاليتين، سوف تنخفض درجة حرارة الهواء إلى ما دون الصفر[2][3]، لنفترض لوهلة أنك نجوت من نقص الأكسجين، في مرحلة ما سوف تُصاب بانخفاض في درجة حرارة الجسم. ولكن متى؟

---

(1) ... والتي يتم إبقاؤها مضغوطة عند حوالى 70 إلى 80 بالمائة من الضغط على سطح البحر، مُقدَّراً بناء على الباروميتر في هاتفي.

(2) أي من الوحدتين.

(3) ولكن، ليس كلفن.

يبدو أن المراجع العلمية في موضوع التجمد حتى الموت هم من الكنديين، وهو أمر غير مستغرب. لقد تم تطوير النموذج المستخدم على أوسع نطاق بخصوص البقاء على قيد الحياة في الهواء البارد من قِبل بيتر تيكويسيس وجون فيرم لصالح المعهد الدفاعي والمدني للطب البيئي في أونتاريو (Defence and Civil Institute of Environmental Medicine).

ووفقاً لنموذجهم، سيكون العامل الرئيسي في سبب موتك هو ملابسك. فإذا كنت عارياً، من المحتمل أن تتعرض لهبوط في درجة حرارة جسمك عند مكان ما حول إشارة الخمس ساعات، قبل أن ينفد الأكسجين[1]. وإذا كنت مرتدياً ملابس سميكة، قد تصاب بقضمة الصقيع، ولكنك من المحتمل أن تبقى على قيد الحياة...

... لمدة طويلة بما يكفي للوصول إلى منطقة الموت.



فوق 8000 متر -فوق قمم جميع الجبال ماعدا الأعلى منها- يكون محتوى الأكسجين في الهواء منخفضاً إلى درجة لا تكفي لدعم الحياة البشرية. وبالقرب من هذه المنطقة، سوف تواجه مجموعة من الأعراض بما في ذلك التشوّش والدوخة والحماقة وضعف الرؤية والغثيان.

ومع اقترابك من منطقة الموت، سوف تهبط نسبة الأكسجين في دمك. فمن المفترض أن تقوم أوردتك بجلب الدم الذي يحتوي على القليل من الأكسجين إلى الرئتين ليمتلئ الدم من جديد بالأكسجين، ولكن في منطقة الموت، يكون هناك القليل جداً من الأكسجين في الهواء إلى درجة أن أوردتك تفقد الأكسجين ليخرج إلى الهواء بدلاً من اكتسابه.

(1) وبصراحة، سيناريو «العاري» هذا يثير من الأسئلة أكثر من التي يجيب عليها.

وستكون النتيجة فقداناً سريعاً للوعي والموت. وهذا سوف يحدث حول إشارة السبع ساعات، تقريباً. وهناك فرص ضئيلة جداً في أن تتمكن من البقاء حياً حتى الساعة الثامنة.



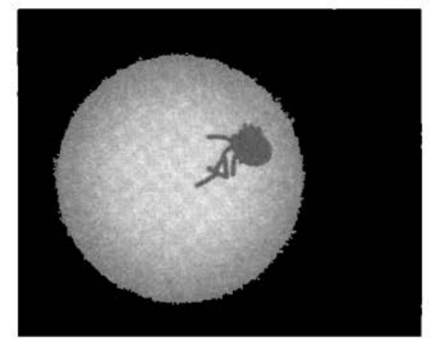
ماتت كما عاشت - مرتفعة قدماً واحداً في الثانية.
أعني، كما عاشت في الساعات القليلة الأخيرة.

وبعد مليوني سنة، سوف يمر جسمك المتجمد، الذي لا يزال يرتفع باطراد بمعدل قدم في الثانية، عبر حافة الغلاف الشمسي وإلى داخل الفضاء الخارجي بين النجوم.

توفي كلايد تومبو، عالم الفلك الذي اكتشف كوكب بلوتو، في العام 1997. وقد تم وضع جزء من رفاته على المركبة الفضائية نيو هورايزن، التي سوف تطير مارة ببلوتو ومن ثم تستمر إلى خارج النظام الشمسي.

صحيح أن رحلتك الافتراضية بسرعة قدم في الثانية سوف تكون باردة وغير سارة وقاتلة بسرعة. ولكن عندما تُصبح الشمس عملاقاً أحمر في غضون أربعة مليارات سنة وتبتلع الأرض، سوف تكونين أنت وكلايد الوحيدين اللذين هربا.

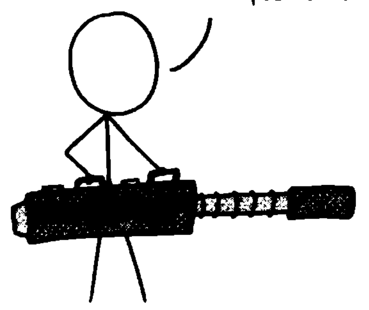
وهكذا تجري الأمور.



أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 3

س. نظراً للمعرفة والقدرات البشرية الحالية، هل من الممكن صنع نجم جديد؟

- جيف غوردن



س. أي نوع من المشاكل اللوجستية الشاذة من الممكن أن تواجهك عند محاولة حشد جيش من القرود؟

- كيفن

س. لو كان للناس عجلات وكان بإمكانهم الطيران، كيف يمكننا تمييزهم عن الطائرات؟

- مجهول

غواصة مدارية

س. كم طول المدّة التي يمكن لغواصة نووية أن تبقى فيها في مدار؟

- جاسون لاثبيري

ج. **الغواصة ستكون** بخير، ولكن الطاقم سوف يكون في ورطة.

لن تنفجر الغواصة، فهياكل الغواصات قوية بما يكفي لتحمل ضغط خارجي يتراوح ما بين 50 إلى 80 ضغط جوي من الماء، لذلك لن تواجه أي مشكلة في احتواء 1 ضغط جوي داخلي من الهواء.

وعلى الأرجح، سيكون الهيكل محكم السدّ بحيث لا ينفذ إليه الهواء. وعلى الرغم من أن موانع تسرب المياه لا تقوم بالضرورة بمنع تسرب الهواء، إلا أن كون الماء لا يمكنه إيجاد طريق عبر هيكل الغواصة تحت 50 من الضغوط الجوية، يشير إلى أن الهواء لن يتسرب بسرعة. وقد تكون هناك بضعة صمامات متخصصة ذات اتجاه واحد سوف تسمح بخروج الهواء، ولكن في أغلب الاحتمالات، سوف تبقى الغواصة محكمة السدّ.

المشكلة الكبرى التي ستواجه الطاقم ستكون تلك البديهية: الهواء.

تستخدم الغواصات النووية الكهرباء لاستخراج الأكسجين من الماء. وفي الفضاء لا توجد مياه،[بحاجة لمصدر] لذلك لن يكونوا قادرين على تصنيع المزيد من الهواء. وهم يحملون من الهواء الاحتياطي ما يكفي للبقاء على قيد الحياة لبضعة أيام، على الأقل، ولكن في نهاية المطاف سيكونون في ورطة.

وللبقاء دافئين، يمكنهم تشغيل مفاعلهم، ولكن عليهم أن يكونوا حذرين جداً بشأن طول الفترة التي يتم تشغيله فيها - ذلك أن المحيط أبرد من الفضاء.

من الناحية الفنية، هذا ليس صحيحاً. فالجميع يعرف أن الفضاء بارد جداً. والسبب في أن حرارة المركبة الفضائية يمكن أن ترتفع كثيراً هو أن الفضاء ليس موصِلاً حرارياً جيداً، كما هو الحال مع الماء. لذلك، تتراكم الحرارة بسرعة أكبر في المركبة الفضائية مقارنة بالقوارب.

ولكن إن كنت متحذلقاً حتى أكثر، فذلك صحيح. المحيط أبرد من الفضاء.

الفضاء الخارجي بارد جداً، ولكن الفضاء القريب من الشمس -ومن الأرض- حار جداً، في الواقع! والسبب في أنه لا يبدو كذلك هو أنه في الفضاء، يبطل تعريف «درجة الحرارة» قليلاً. ويبدو الفضاء بارداً لأنه فارغ جداً.

إن الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لمجموعة من الجسيمات. وتمتلك الجزيئات المنفردة في الفضاء متوسط طاقة حركية مرتفعاً، ولكن هناك عدد قليل جداً منها إلى درجة أنها لا تؤثر عليك.

عندما كنت طفلاً، كان لدى والدي ورشة ماكنات في الطابق السفلي لمنزلنا، وأذكر أنني كنت أراقبه وهو يستخدم جلاخة معادن. وفي كل مرة كان المعدن يلمس عجلة الجلاخة، كان الشرر يتطاير في كل مكان، ممطراً يديه وملابسه بوابل منه. لم أستطع فهم لماذا لم تكن تؤذيه - فبالنتيجة كانت درجة حرارة الشرر المتوهج تبلغ عدة آلاف الدرجات.

علمت لاحقاً أن السبب في أن الشرر لم يكن يؤذيه هو أنه كان يتألف من جسيمات صغيرة جداً، وكانت الحرارة التي كان يحملها يمكن أن يتم امتصاصها من قِبل الجسم بدون تسخين أي شيء أكثر من بقعة صغيرة جداً من الجلد.

الجزيئات الساخنة في الفضاء هي مثل الشرر في ورشة ماكنات والدي، قد تكون ساخنة أو باردة، ولكنها صغيرة جداً إلى درجة أن ملامستها لا تُغيّر من درجة حرارتك كثيراً[1]. وبدلاً من ذلك، يتم التحكم بتدفئتك وتسخينك من قِبل كمية الحرارة التي تُنتِجها أنت ومدى السرعة التي تتدفق بها منك نحو الفراغ.

بدون بيئة دافئة حولك تُشع حرارة معيدة إياها إليك، فأنت تفقد الحرارة من خلال الإشعاع أسرع بكثير من الوضع الطبيعي. ولكن بدون وجود هواء حولك ليحمل الحرارة من على سطح جسمك، فأنت أيضاً لا تفقد الكثير من الحرارة عن طريق الحمل الحراري[2]. وبالنسبة لمعظم المركبات الفضائية التي تحمل بشراً، يعتبَر التأثير الأخير هو الأكثر أهمية. فالمشكلة الأكبر لا تكمن في أن تبقى دافئاً، ولكن في أن تبقى بارداً.

من الواضح أن الغواصة النووية تكون قادرة على الحفاظ على درجة حرارة ملائمة للعيش في داخلها عندما يكون هيكلها الخارجي مُبرَّداً إلى درجة 4 درجات مئوية من قِبل المحيط. من ناحية أخرى، إذا أرادت الغواصة أن تحتفظ بدرجة الحرارة هذه عندما تكون في الفضاء، فسوف تفقد الحرارة بمعدل يبلغ حوالى 6 ميغاواطات عندما تكون في ظل الأرض. وهذا أكثر من الـ 20 كيلوواطاً التي يوفرها الطاقم - والبضعة مئات من الكيلواطات من دفء شمس الربيع[3] apricity، لذلك يتعين عليهم أن يُشغِّلوا المفاعل فقط لكي يبقوا دافئين[4].

---

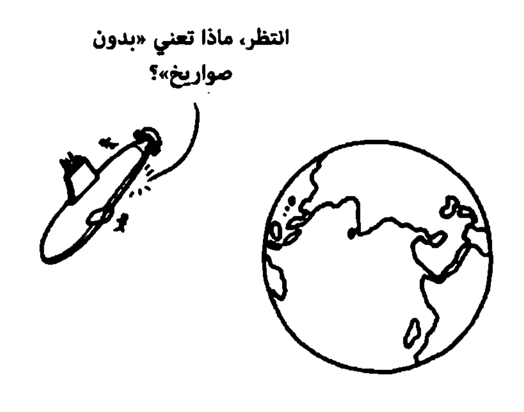
(1) وهذا هو السبب في أنه على الرغم من أن عيدان الكبريت والمشاعل لها درجة الحرارة ذاتها، تقريباً، فأنت ترى الأشخاص الأشداء في الأفلام يطفئون عيدان الكبريت من خلال الضغط عليها لأطراف أصابعهم، ولكنك لا تراهم أبداً يفعلون ذلك مع المشاعل.

(2) أو التوصيل.

(3) هذه كلمتي المفضلة في اللغة الإنجليزية. إنها تعني دفء أشعة الشمس في الربيع.

(4) عندما يتحركون نحو الشمس، سوف يسخن سطح الغواصة، ولكنهم سوف يستمرون بفقدان الحرارة بسرعة أكبر مما سيكتسبونها.

وللخروج من المدار، تحتاج الغواصة إلى إبطاء سرعتها ما لتصطدم بالغلاف الجوي. وبدون صواريخ، ليست لديها وسيلة لفعل هذا الأمر.



حسناً - من الناحية الفنية، يوجد للغواصة صواريخ.



للأسف، الصواريخ تتجه نحو الجهة الخطأ لتعطي الغواصة دَفعة. والصواريخ هي ذاتية الدفع، ما يعني أن قوة الارتداد الخاصة بها قليلة جداً. عندما تُطلِق البندقية طلقة، فإنها تدفع الطلقة إلى سرعة معينة. وبالنسبة للصاروخ، أنت فقط تُشعله وتتركه وشأنه. إن إطلاق الصواريخ لن يدفع الغواصة إلى الأمام.

ولكن عدم إطلاقها يمكنه أن يدفعها.

إذا تم إخراج الصواريخ الباليستية، المحمولة من قِبل غواصات نووية حديثة، من أنبوبها وقُلِبَت، وتم وضعها في الأنبوب بصورة معكوسة، يمكن لكل منها أن يغير سرعة الغواصة بحوالى 4 أمتار في الثانية.

تتطلب المناورة النموذجية للخروج من المدار ما يقارب 100م/ث من دلتا س (تغير السرعة)، ما يعني أن صواريخ ترايدنت الأربعة والعشرين المحمولة على غواصة من فئة أوهايو (Ohio-class submarine) يمكنها أن تكون كافية تماماً لإخراجها من المدار.

الآن، لأنه لا يوجد للغواصة ألواح عازلة مقاومة للحت لتبديد الحرارة، ونظراً لأنها غير مستقرة إيروديناميكياً عند سرعات تفوق سرعة الصوت، فحتماً سوف تتعثر وتتحطم في الجو.

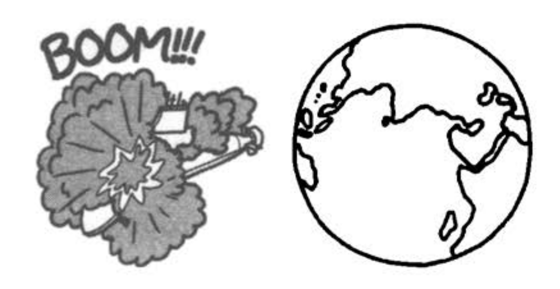


إذا حشرت نفسك في الشق الملائم من الغواصة -وكنت مربوطاً إلى أريكة تسارع- ستكون هناك فرصة ضئيلة، ضئيلة، ضئيلة في النجاة من التباطؤ السريع. ثم إن عليك أن تقفز بمظلة هبوط قبل أن تصطدم بالأرض.



إذا حاولت ذلك في أي وقت، وأنا أقترح ألا تفعل، لدي نصيحة واحدة هامة للغاية:

تذكر أن تقوم بتعطيل فتيل تفجير الصواريخ.



س. لو كان من الممكن لطابعتي أن تطبع النقود، فعلياً، هل سيكون لها ذلك الأثر الكبير على العالم؟

- ديريك أوبرايان

ج. يمكنك أن تجد مكاناً مناسباً لأربع أوراق نقدية في طبق ورق بحجم 8.5 «X 11». إذا كانت طابعتكُ تستطيع أن تطبع في الدقيقة ورقة واحدة (أمام وخلف) بطباعة ملونة ذات جودة عالية، فذلك يبلغ 200 مليون دولار أميركي في السنة.

هذا يكفي لجعلك تصبح ثرياً جداً، ولكنه ليس كافياً لإحداث أي ركود في الاقتصاد العالمي. ونظراً لأن هناك 7.8 مليار ورقة نقدية من فئة 100 دولار أميركي في التداول، وفترة حياة الأوراق النقدية من فئة 100 دولار أميركي تبلغ 90 شهراً، فذلك يعني أن يُنتَج منها حوالى مليار ورقة كل سنة. والمائتا مليون ورقة الإضافية التي تطبعها في سنة ستكون بالكاد كافية لتُلاحَظ.

س. ماذا سيحدث إذا فجَّرتَ قنبلة نووية في بؤرة إعصار؟ هل ستتبخر السحابة الرعدية (storm cell) على الفور؟

- روبرت بينبريدج (ومئات غيره)

ج. يتم طرح هذا السؤال كثيراً.

يتضح أن الإدارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي -الوكالة التي تدير مركز الأعاصير القومي- تتلقاه كثيراً، أيضاً. وفي الواقع أنهم يُسألون كثيراً عنه إلى درجة أنهم نشروا إجابة له.

أوصيكَ بقراءة الشيء كله[1]، ولكن أعتقد أن الجملة الأخيرة من الفقرة الأولى توضح الأمر كله:

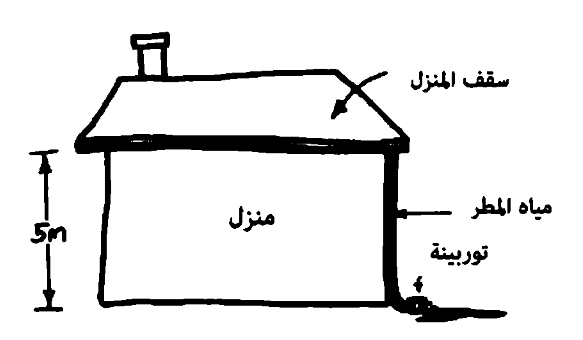
«لا حاجة للقول إن هذه ليست فكرة جيدة.»

يسعدني أن ذراعاً من الحكومة الأمريكية قامت، بصفة رسمية ما، بإصدار رأي في موضوع إلقاء قنابل نووية على الأعاصير.

(1) إبحث عن «لماذا لا نحاول تدمير الأعاصير الاستوائية من خلال قصفها بالقنابل النووية؟» كريس لاندسي. Why don't we try to destroy tropical cyclones by nuking them? by Chris Landsea.

س. لو قام كل شخص بوضع مولدات توربينية صغيرة على مواسير تصريف مياه المطر الموجودة على أسطح منازلهم وشركاتهم إلى الأرض، ما هو مقدار الطاقة التي يمكن أن نولدها؟ هل سنولد كمية طاقة تُغطي تكاليف المولدات؟

- داميان



ج. **منزل في منطقة** ماطرة جداً، مثل منطقة يد مقلاة ألاسكا، قد يتلقى ما يصل إلى 4 أمتار من المطر سنوياً. ومن الممكن لتوربينات المياه أن تكون ذات كفاءة عالية جداً. فإذا كان المسطح الذي يشغله المنزل يبلغ 1500 قدم مربع، ومزاريب تعلو عن الأرض 5 أمتار، فسوف تولِّد التوربينات، في المعدل، أقل من واط من القدرة من مياه الأمطار. وستكون أقصى طاقة كهربائية يمكن توفيرها:

1500 قدم^2 × 4م/ سنة × 9.81م/ ث^2 × 15 سنت/ كيلواط = 1.14 دولار أميركي/ سنة

ساعة الإمطار الأكثر غزارة المسجلة حتى العام 2014، حدثت في العام 1947 في هولت، في ولاية ميزوري، حيث هطل 30 سم من المطر في 42 دقيقة. بالنسبة للـ 42 دقيقة تلك، يستطيع منزلنا الافتراضي توليد 800 واط من الكهرباء، ما يمكن أن يكون كافياً لإمداد كل شيء بداخله بالطاقة. وبالنسبة لبقية السنة، لن تقترب من ذلك.

إذا كانت معدات التوليد تكلّف 100 دولار أميركي، فإن المقيمين في الولايات المتحدة الأميركية -مدينة كيتشيكان، في ولاية ألاسكا- من المحتمل أن يتمكنوا من تغطية التكلفة في أقل من قرن.

س. باستخدام توفيقات أحرف قابلة للّفظ فقط، كم ينبغي أن يكون طول الأسماء لمنح كل نجمة في الكون اسماً فريداً يتكون من كلمة واحدة؟

- سيمسون جونسون

هناك حوالي 300,000,000,000,000,000,000,000 نجم في الكون. فإذا جعلت كلمة ما قابلة للفظ من خلال تناوب أحرف العلة والأحرف الساكنة (هناك طرق أفضل لتكوين كلمات قابلة للفظ، ولكن هذا سوف يفي بالغرض كتقريب)، عندئذ كل زوج من الأحرف تضيفه يمكّنك من تسمية عدد من النجوم أكثر بـ 105مرة (21 حرفاً ساكناً مضروبة في 5 أحرف علة). ونظراً لأن الأرقام لها كثافة معلومات مماثلة -100 احتمالية لكل حرف- هذا يشير إلى أن الاسم سوف ينتهي به الأمر ليكون طويلاً بقدر طول العدد الكلي للنجوم:

300,000,000,000,000,000,000,000

JOEBIDENJOEBIDENJOEBIDEN

يُطلَق على النجوم اسم جو بايدن (JOEBIDEN)

أحب أن أجري حسابات تنطوي على قياس الأطوال لأرقام مكتوبة على الصفحة (والتي هي مجرد طريقة لتقدير لو$_{10}$ س بحرية). ينجح الأمر، ولكنه يبدو خاطئاً جداً.

س. أنا أقود دراجتي من أجل الذهاب إلى المدرسة، وقيادة الدراجات في الشتاء تكون مزعجة بسبب البرد الشديد. كم هي السرعة التي ينبغي أن أقود دراجتي بها لكي يصبح جلدي دافئاً بالطريقة التي تسخُن فيها المركبة الفضائية أثناء العودة؟

- ديفيد ناي

ج. **تسخين المركبة الفضائية أثناء العودة** يحدث لأنها تضغط الهواء أمامها (وليس بسبب الاحتكاك بالهواء، كما هو شائع.)

لزيادة درجة حرارة طبقة الهواء أمام جسدك بمقدار 20 درجة مئوية (ما يكفي للتحول من درجة التجمد إلى درجة حرارة الغرفة)، ينبغي أن تقود دراجتك بسرعة 200 متر في الثانية.

أسرع مركبة تستمد طاقتها من البشر على مستوى سطح البحر هي الجارية (دراجة تتم قيادتها بوضعية الاستلقاء recumbent bicycles) الملفوفة بأغطية إيروديناميكيه انسيابية. ولهذه المركبات سرعة قصوى تبلغ ما يقرب من 40 م/ ث – السرعة التي بالكاد يستطيع بها الإنسان إنتاج قوة دفع لموازنة قوة مقاومة الهواء.

ونظراً لأن قوة مقاومة الهواء تزداد مع مربع السرعة، فإنه يكون من الصعوبة بمكان زيادة هذا الحد بأي مقدار. وقيادة الدراجة الهوائية بسرعة 200 م/ ث سوف يتطلب على الأقل 25 ضعف الطاقة اللازمة للقيادة بسرعة 40م/ ث.

في مثل تلك السرعات، لن تكون مضطراً، في الواقع، لأن تقلق بشأن التسخين بفعل الهواء – يشير حساب تقريبي سريع إلى أنه إذا كان جسدك يقوم بهذا القدر من العمل، فإن حرارتك الداخلية سوف تصل إلى مستويات قاتلة في غضون ثوانٍ.

س. ما مقدار الحيز المادي الذي تشغله الإنترنت؟

- ماكس إل

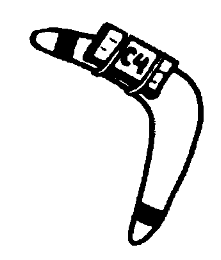
ج. **هناك الكثير** من الطرق لتقدير كمية المعلومات المخزنة على الإنترنت، ولكن يمكننا أن نضع للرقم حداً أقصى، مثيراً للاهتمام، فقط من خلال النظر إلى مقدار حيز التخزين الذي اشتريناه نحن (كجنس بشري.)

يُنتِج قطاع التخزين ما يقرب من 650 مليون قرص صلب في العام. فإذا كان معظمهم من قياس 3.5 إنش، فإن ذلك يعادل 8 لترات (2 غالون) من الأقراص الصلبة لكل ثانية.

وهذا يعني أن إنتاج السنوات الأخيرة من الأقراص الصلبة –والذي، بفضل زيادة الحجم، يمثل غالبية قدرة التخزين العالمية– سوف يملأ تقريباً ناقلة نفط. لذا، بحسب ذلك القياس، تكون الإنترنت أصغر من ناقلة نفط.

س. ماذا لو ربطت مادة سي فور (C4) على بومَرانغ (boomerang)؟ هل يمكن لهذا أن يكون سلاحاً فعالاً أو سيكون أمراً غبياً كما يبدو؟

- تشاد ماكزويسكي



ج. **بصرف النظر عن الإيروداينمكا، لدي فضول** بشأن أي ميزة تكتيكية تتوقع أن تكسبها من مادة شديدة الانفجار تطير عائدة إليك إذا لم تُصب هدفها.

الصواعق

قبل أن نتقدم أبعد من ذلك، أريد أن أؤكد على أمر: **أنا لست خبيراً في أمور السلامة في مواجهة الصواعق.**

أنا شخص يرسم صوراً على الإنترنت. ويعجبني الأمر عندما تشب النار في الأشياء وتنفجر، ما يعني أنني لا أفكر في أفضل مصالحك. إن الخبراء في السلامة في مواجهة الصواعق هم الأشخاص الموجودون في مصلحة الطقس القومية (National Weather Service):

http://www.lightningsafety.noaa.gov/

حسناً بعد تنحية ذلك جانباً ...

للإجابة عن الأسئلة التي تلي، نحن بحاجة للحصول على فكرة بشأن إلى أين من المحتمل أن تذهب الصواعق. هناك حيلة رائعة لهذا الأمر، وسوف أقدمها هنا منذ البداية:

دحرج كرة وهمية قطرها 60 متراً عبر مشهد طبيعي وأنظر أين تلامس[1]. في هذا القسم سأجيب عن بضعة أسئلة عن الصواعق.

يقولون إن الصواعق تضرب أطول شيء في الجوار. ذلك هو النوع من العبارات غير الدقيقة المثيرة للجنون والتي تثير جميع أنواع الأسئلة. ما مدى بعد «في الجوار»؟ أعني، ليست جميع الصواعق تضرب جبل إيفرست، ولكن هل تجد أطول شخص في حشد؟ ربما أن أطول شخص أعرفه هو رايان نورث[2]. هل ينبغي أن أحاول أن أبقى بجواره لأسباب تتعلق بالسلامة في مواجهة الصواعق؟ ماذا بشأن الأسباب الأخرى؟ ربما أنني يجب أن ألتزم بالإجابة عن الأسئلة بدلاً من طرحها.

إذن، كيف تنتقي الصواعق أهدافها؟

---

(1) أو حقيقية أيضاً (بالنسبة لذلك الأمر.)

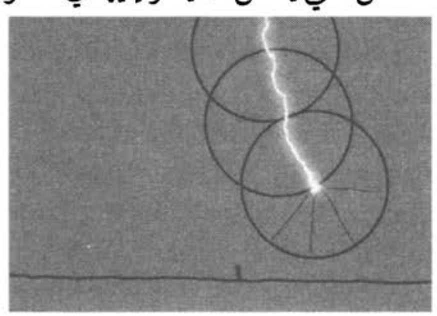
(2) قدَّر علماء المستحاثات أن طوله كان يبلغ ما يقرب من 5 أمتار عند الكتف.

تبدأ الضربة بحزمة متشعبة من الشحنة -«القائد»- تهبط من السحابة، وتنتشر باتجاه الأسفل بسرعة عشرات المئات من الكيلومترات في الثانية، قاطعة الكيلومترات القليلة نحو الأرض في بضع عشرات من الملي ثانية.

يحمل القائد تياراً قليلاً نسبياً - بحدود 200 ملي أمبير. وذلك كافٍ لقتلك، ولكنه لا يُذكَر مقارنة بما يحدث تالياً. حالما يقوم القائد بملامسة الأرض، تتعادل السحابة والأرض في تفريغ هائل ما يبلغ 20,000 أمبير تقريباً. هذا هو الوميض المبهر الذي تراه، إنه ينطلق عائداً باتجاه الأعلى عبر المسار بسرعة تبلغ جزءاً كبيراً من سرعة الضوء، قاطعاً المسافة في أقل من ملي ثانية[1].

المكان، على الأرض، الذي ترى فيه أثر الصاعقة «الضربة» هو البقعة التي اتصل فيه القائد لأول مرة بالسطح. يتحرك القائد نحو الأرض عبر الهواء في قفزات صغيرة، ويشق طريقه في النهاية نحو الشحنة الموجبة (عادة) في الأرض. من ناحية أخرى، «يستشعر» القائد الشحنات فقط ضمن بضعة عشرات قليلة من الأمتار من طرفه عندما يُقرر إلى أين سيقفز تالياً. إذا كان هناك أي شيء موصول بالأرض ضمن تلك المسافة، فسوف تقفز الصاعقة إليه، وإلا فإنها سوف تقفز في اتجاه شبه عشوائي وتعيد العملية.

من هنا تأتي كرة الـ 60 متراً. إنها طريقة لتخيل أي البقع من الممكن أن تكون أول شيء يستشعره القائد - الأماكن التي يمكن أن يقفز إليها في خطوته التالية النهائية.



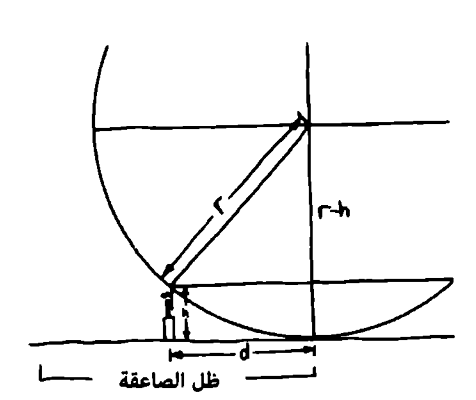
(1) على الرغم من أنه يُسمى «ضربة مرتجعة return stroke» فإن الشحنة لا تزال تتدفق نحو الأسفل. من ناحية أخرى، يبدو ظاهرياً أن التفريغ ينتشر نحو الأعلى. هذا الأثر شبيه بكيفية ما يجري عندما تتحول إشارة المرور إلى اللون الأخضر، تتحرك السيارت الموجودة في الأمام، ثم السيارات الموجودة في الخلف، وهكذا يبدو أن الحركة تنتشر نحو الخلف.

لمعرفة المكان الذي من المحتمل أن تضربه الصاعقة، قم بدحرجة الكرة الوهمية التي قطرها 60م عبر المشهد الطبيعي[1]. تتسلق هذه الكرة فوق الأشجار والمباني بدون أن تمر خلال أي شيء (أو تجعله يتكور). الأماكن التي يتصل بها السطح -قمم الأشجار، وأعمدة السياج، ولاعبي الغولف في الحقول- تعتبر أهدافاً محتملة للصواعق.

هذا يعني أنك تستطيع حساب «ظل» صاعقة حول شيء ما ارتفاعه h على سطح مستو.

$$\text{نصف قطر الظل} = \sqrt{-h(h-2r}$$

الظل يمثل المنطقة التي من المرجح أن يقوم القائد فيها بضرب شيء مرتفع بدلاً من ضرب الأرض حوله:



الآن، ذلك لا يعني أنك آمن ضمن منطقة الظل - غالباً ما يعني ذلك العكس. فبعد أن يقوم التيار بضرب الكائن الطويل، يتدفق نحو الأرض. فإذا كنت تلامس الأرض المجاورة، فإنه من الممكن أن يمر عبر جسدك. ومن بين الـ 28 شخصاً الذين قتلوا بصاعقة في الولايات المتحدة الأميركية في العام 2012، هناك 13 منهم كانوا يقفون تحت أشجار أو بالقرب منها.

---

(1) لأسباب تتعلق بالسلامة، لا تستخدم كرة حقيقية.

آخذين كل ذلك بالاعتبار، دعنا نلقي نظرة على مسارات الصواعق الممكنة للسيناريوهات الواردة في الأسئلة التالية.

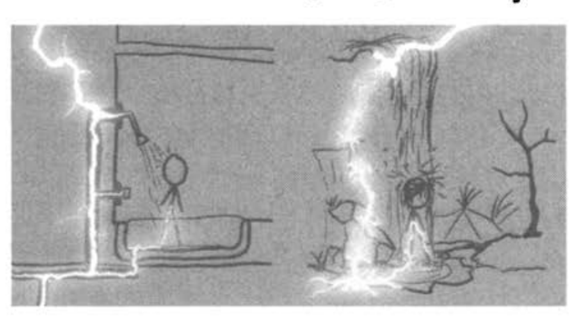
س. ما مدى الخطورة الفعلية في أن يكون المرء في بركة سباحة أثناء حدوث عاصفة رعدية؟

ج. **خطير جدا. إن الماء** موصِل، إلا أن ذلك لا يمثل المشكلة الأكبر، بل إن المشكلة الأكبر تكمن في أنك إذا كنت تسبح، يكون رأسك بارزاً من سطح مستو كبير. ولكن الصاعقة التي تضرب الماء من حولك ستكون أيضاً سيئة. إن الـ 20,000 أمبير تنتشر نحو الخارج -وتكون في معظمها على السطح- إلا أنه من الصعب حساب مقدار الصدمة التي سوف تصيبك بها وعلى أي مسافة.

تخميني هو أنك ستكون معرضاً لخطر كبير في أي مكان ضمن اثني عشر متراً كحد أدنى - وأبعد من ذلك في المياه العذبة، وذلك لأن التيار سيكون أكثر سروراً باتخاذ مسار مختصر من خلالك.

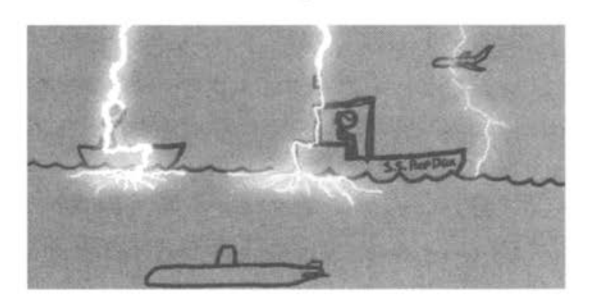
ماذا سيحدث إن كنت تستحم تحت الدوش في الوقت الذي ضربتك فيه صاعقة؟ أو كنت تقف تحت شلال؟

أنت لست معرضاً للخطر من الرذاذ - إنها مجرد حفنة من نقاط الماء في الهواء. إن ما يشكّل الخطر الحقيقي هو الحوض أسفل قدميك وبركة المياه المتصلة بالمواسير.

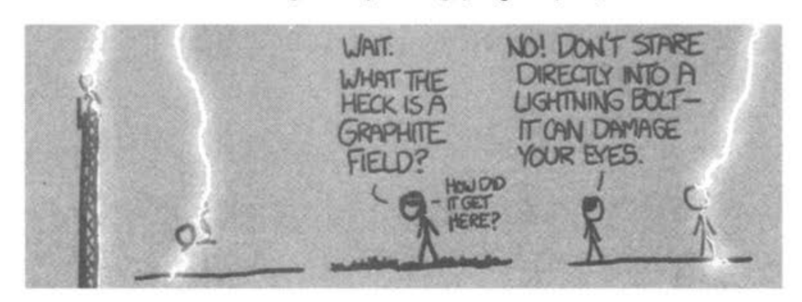


س. ماذا سيحدث لو كنتَ في قارب، ضربته صاعقة؟ أو في طائرة، أو في غواصة؟

ج. إن قاربا بدون كابينة يعتبَر آمناً بقدر أمان ملعب غولف. ويعتبَر القارب المزود بكابينة مغلقة ونظام حماية من الصواعق آمناً بقدر ما هي السيارة آمنة. وتعتبَر الغواصة آمنة بقدر ما هو آمن نظام أمان الغواصة (ينبغي عدم الخلط بين صندوق الغواصة «submarine safe» وبين خزنة حديدة في الغواصة «a safe in a submarine» - خزنة حديدية في غواصة تكون أكثر أماناً بكثير من صندوق الغواصة).



س. ماذا يحدث لو كنتَ تغيّر الأنوار على قمة برج راديو، وضربت صاعقة؟ أو ماذا يحدث لو كنت تقوم بشقلبة خلفية؟ أو كنت تقف في حقل غرافيت؟ أو تنظر مباشرة إلى أعلى نحو الصاعقة؟



س. ماذا سيحدث إذا نزلت الصاعقة على طلقة في الجو؟

ج. لن تؤثر الرصاصة في المسار الذي تتخذه الصاعقة. سيتعين عليك، بطريقة ما، توقيت إطلاق النار بحيث تكون الطلقة في منتصف الصاعقة عندما تحدث الضربة المعاكسة.

يبلغ قطر قناة الصاعقة سنتيمترات قليلة. ويبلغ طول طلقة أطلقت من إيه كيه - 47 حوالى 26 ملم وتتحرك بسرعة 700 ملم كل ملي ثانية.

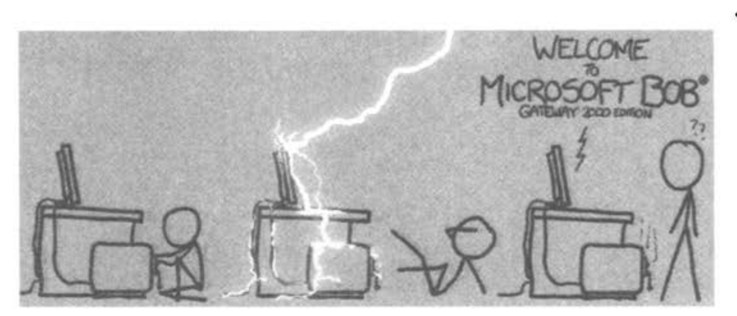
يغطي الطلقة طلاء نحاسي فوق لبّ من الرصاص. إن النحاس موصِل رائع للكهرباء، ومن الممكن لمعظم الـ 20,000 أمبير أن تأخذ مساراً مختصراً عبر الطلقة.

من المثير للدهشة أن الطلقة يمكنها تحمُّل الأمر بصورة جيدة جداً. ولو كانت ثابتة في مكانها، لكان التيار سيسخنها بسرعة ويصهر المعدن. ولكن نظراً لأنها ستكون متحركة بسرعة كبيرة، فسوف تخرج من القناة قبل أن تكون قد سخنَت لأكثر من بضعة درجات قليلة. وسوف تواصل طريقها نحو هدفها غير متأثرة نسبياً. سيكون هناك بعض القوى الإلكترومغناطيسية الغريبة نشأت من المجال المغناطيسي حول الصاعقة والتيار المتدفق في الطلقة، ولكن أياً من الأمور التي أُخذت بالاعتبار سوف يغير الصورة العامة كثيراً جداً.



س. ماذا لو كنت تقوم بتحديث النظام الأساسي للإدخال والإخراج (flashing your bios) في حاسوبك وضربتك صاعقة؟

ج.



أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 4

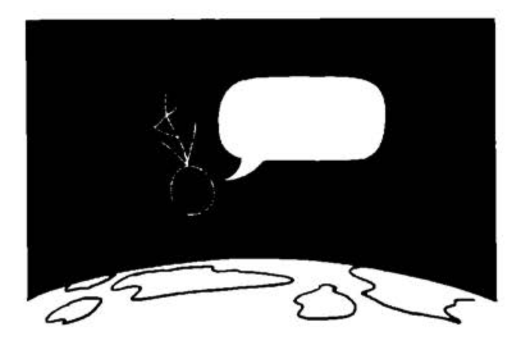
س. هل من الممكن وقف ثوران بركان من خلال وضع قنبلة (قنبلة الباريوم الحرارية أو قنبلة نووية) في موقع أخفض من السطح؟

- توماس زد غروتسكا



س. أحد أصدقائي مقتنع بأن هناك صوتاً في الفضاء. ليس هناك صوت، أليس كذلك؟

- آرون سميث

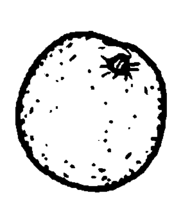


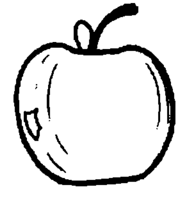
حاسوب بشري

س. ما مقدار القدرة الحاسوبية التي من الممكن الوصول إليها لو توقف سكان الأرض بأكملهم عما يقومون بفعله الآن وبدأوا بإجراء حسابات؟ كيف يمكن مقارنتها بحاسوب عصري أو هاتف ذكي؟

- ماتيوس كنوربس

ج. من ناحية، يقوم البشر والحواسيب بأنواع مختلفة من التفكير، لذا فإن مقارنتهم هو أمر مماثل لمقارنة تفاح مع برتقال.





من ناحية أخرى، التفاح أفضل[1]. دعنا نحاول، بشكل مباشر، مقارنة البشر والحواسيب في المهام ذاتها.

(1) ماعدا التفاح الأحمر اللذيذ، الذي يعتبر اسمه المضلِّل تحريفاً.

من السهل، على الرغم من أنه يصبح أصعب كل يوم، ابتكار مهام يمكن لإنسان واحد منفرداً أن ينفذها بشكل أسرع من جميع حواسيب العالم. البشر، على سبيل المثال، ربما أنهم ما زالوا أفضل بكثير في النظر إلى مشهد وتوقُّع ما جرى للتو:



من أجل اختبار هذه الفرضية، قمتُ بإرسال هذه الصورة إلى أمي وسألتها عما تتوقع أن يكون قد حدث. فأجابت على الفور[1]، «قام الطفل بقلب المزهرية والقط يتقصى الأمر.»

كما أنها استبعدت بذكاء الفرضيات البديلة، بما في ذلك:

- القطة قلبت المزهرية.
- القطة قفزت خارجة من المزهرية على الطفل.
- كان الطفل يُطارَد من قِبل القطة وحاول أن يتسلق المنضدة بحبل ليهرب.
- هناك قطة برية في المنزل، وقام شخص ما بإلقاء مزهرية عليها.
- كانت القطة محنّطة في المزهرية، ولكنها نهضت عندما لمسها الطفل بحبل سحري.
- انقطع الحبل الذي يحمل المزهرية، وانكسرت المزهرية وتحاول القطة تجميعها مرة أخرى.

(1) «قام الطفل بقلب الإناء والقط يتقصى الأمر.»

- انفجرت المزهرية، ما جذب طفل وقطة إلى المكان. ووضع الطفل قبعة للحماية من انفجارات أخرى.
- الطفل والقطة يركضان هنا وهناك محاولين الإمساك بأفعى. أخيراً أمسكها الطفل، وربط عقدة فيها.

جميع حواسيب العالم لا يمكنها أن تكتشف الجواب الصحيح أسرع مما تستطيع أي أم منفردة أن تكتشفه. ولكن ذلك لأنه لم تتم برمجة الحواسيب لاكتشاف ذلك النوع من الأمور[1]، في حين أنه تم تدريب الأدمغة من خلال ملايين السنين من التطور لكي تكون جيدة في اكتشاف ما تقوم بفعله أدمغة أخرى، ولماذا.

لذلك يمكننا أن نختار مهمة تمنح البشر ميزة، ولكن ذلك ليس ممتعاً. إن أجهزة الحواسيب محدودة بحسب قدرتنا على برمجتها، لذا فنحن لدينا ميزة مُدمجة.

بدلاً من ذلك، دعنا نرى كيف نجاري أي مضمارها.

مدى تعقيد الرقائق الإلكترونية الدقيقة

بدلاً من استنباط مهمة جديدة، سوف نقوم، ببساطة، بتطبيق الاختبارات المرجعية ذاتها، التي نستخدمها على الحواسيب، على البشر. وتشتمل هذه الاختبارات على أشياء مثل الأعداد الفاصلة العائمة، وتخزين وتذكُّر الأرقام، والتلاعب بسلاسل من الأحرف، والحسابات المنطقية الأساسية.

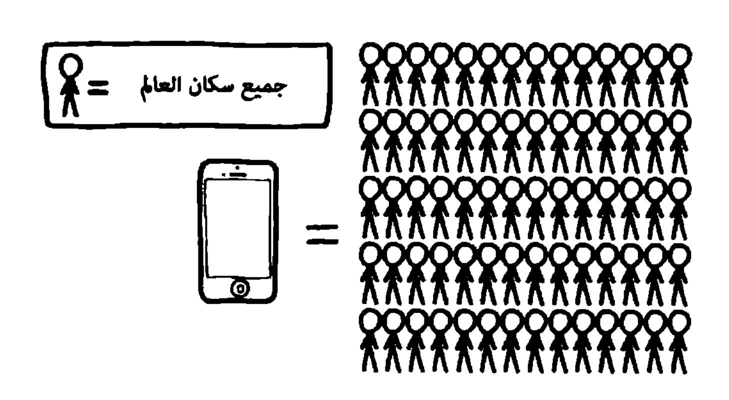
ووفقاً لأخصائي علم الحواسيب، هانز مورافيك، يستطيع إنسان واحد ينفذ حسابات مرجعية لرقاقة حاسوب يدوياً، باستخدام قلم رصاص وورقة، أن يجري ما يكافئ أحد التعليمات الكاملة كل دقيقة ونصف[2].

---

(1) حتى الآن.

(2) يأتي هذا الرقم من قائمة *http://www.frc.ri.cmu.edu/users/hpm/book97/ch3/processor.list.txt* في كتاب هانز مورافيك *Robot: Mere Machine to Transcendent Mind.*

بهذا المقياس، يستطيع المعالِج في هاتف محمول متوسط المدى أن ينفذ حسابات بسرعة أكبر بحوالى 70 مرة من سكان العالم جميعهم. في حين أن رقاقة حاسوب شخصي جديدة ذات نوعية فاخرة سوف تزيد النسبة إلى 1500 مرة.



إذن، في أي سنة حصل أن تجاوز حاسوب واحد نموذجي قوة المعالجة المجتمعة للبشرية جمعاء؟

.1994

في العام 1992، كان عدد سكان العالم 5.5 مليار نسمة، ما يعني أن قدرتهم الحسابية مجتمعة، بحسب اختبارنا المعياري، كانت حوالى 65 مليون أمر في الثانية (MIPS).

في ذلك العام ذاته، أصدرت شركة إنتل المعالِج 486 DX، الذي حظي بشعبية كبيرة، والذي أنجز في وضعه المسبق (default configuration) ما يصل إلى حوالى 55-60 مليون أمر في الثانية. وبحلول العام 1994، كانت رقاقات بنتيوم من شركة إنتل تصل إلى قياسات مرجعية في السبعينيات والثمانينيات، تاركة البشرية في الغبار.

قد تجادِل بأننا مجحفون قليلاً بحق الحواسيب. تذكر أن هذه المقارنات هي بين حاسوب واحد مقابل جميع البشر. كيف يُقارَن جميع البشر مقابل جميع الحواسيب؟

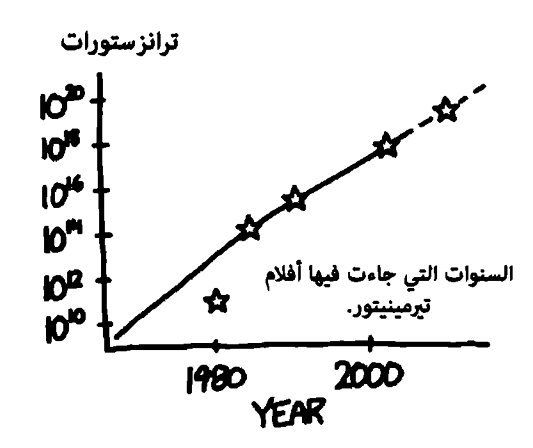


هذا أمر يصعب حسابه. يمكننا بسهولة أن نستنبط درجات مرجعية لأنواع مختلفة من الحواسيب، ولكن كيف تقوم بقياس الأوامر في الثانية للرقاقة في دمية فيربي، مثلاً؟

معظم الترانزستورات في العالم هي عبارة عن رقاقات ليست مصممة لإجراء مثل هذه الاختبارات. فإذا افترضنا أنه يتم تعديل جميع البشر (تدريبهم) لإجراء الحسابات المرجعية، كم من الجهد ينبغي أن نبذل من أجل تعديل كل رقاقة حاسوب بحيث يمكنها أن تُجري الحسابات المرجعية؟

لتجنب هذه المشكلة، يمكننا بدلاً من ذلك تقدير القدرة الإجمالية لجميع أجهزة الحوسبة في العالم من خلال عدّ الترانزستورات. ويتبين أن المعالِجات من ثمانينيات القرن العشرين، ومعالجات الوقت الحالي لديها تقريباً نسبة مماثلة من الترانزيستورات لكل مليون أمر في الثانية – تقريباً 30 أمراً في الثانية (ترانزستوراً لكل أمر في كل ثانية)، أكبر أو أصغر بمقدار قيمة أسّية واحدة أكبر أو أصغر.

وفي ورقة نُشِرَت من قِبل غوردن مور (صاحب قانون مور الشهير) تم تقديم أرقام للعدد الإجمالي للترانزستورات المُصنَّعة سنوياً منذ خمسينيات القرن العشرين. إنها تبدو مثل هذا:



باستخدام نسبتنا، يمكننا تحويل عدد الترانزستورات إلى قدرة حاسوبية. وهذا يُخبرنا أن جهاز لابتوب حديث نموذجي، ذا قياس مرجعي في حدود عشرات الآلاف من MIPS، لديه قدرة حاسوبية تفوق تلك التي كانت موجودة في جميع أنحاء العالم في العام 1965. ووفق ذلك القياس، فإن العام الذي تمكنت فيه، أخيراً، قدرة حواسيب العالم مجتمعة من تجاوز القدرة الحسابية عند البشر مجتمعين هو العام 1977.

مدى تعقيد العصبونات

مرة أخرى، إن جعل الناس يقومون بإجراء الحسابات المرجعية لوحدات المعالجة المركزية باستخدام القلم والورقة من أجل قياس قدرة الإنسان الحسابية يعتبَر أمراً سخيفاً إلى حد كبير. فعندما يتم قياسها من حيث التعقيد، تعتبر أدمغتنا متطورة أكثر من أي حاسوب فائق. أليس كذلك؟

صحيح. على الأغلب.

هناك مشاريع تحاول استخدام الحواسيب الفائقة من أجل محاكاة الدماغ على مستوى التشابك العصبي المنفرد[1]. إذا نظرنا إلى عدد المعالجات ومقدار الوقت الذي تتطلبه هذه المحاكاة، يمكننا أن نستخلص تقديراً لعدد الترانزستورات اللازمة لكي تُعادِل تعقيد الدماغ البشري.

تشير الأرقام من العام 2013 من تشغيل الحاسوب الفائق الياباني K إلى عدد من الترانزستورات يبلغ 10^{15} لكل دماغ بشري[2]. بهذا المقياس، لم يكن حتى العام 1988 أن أصبح مجموع جميع الدارات المنطقية في العالم معادلاً لتعقيد دماغ بشري واحد... والتعقيد الإجمالي لجميع داراتنا ما زال مُقزَّماً مقارنة بمدى تعقيد جميع أدمغتنا. ووفقاً

---

(1) على الرغم من أن هذا قد لا ينجح في عكس كل شيء يحدث. علم الأحياء هو علم عويص.

(2) باستخدام 82,944 معالجاً في كل منها حوالى 750 مليون ترانزستور، أمضى كيه 40 دقيقة في محاكاة ثانية واحدة من نشاط دماغي في دماغ فيه 1 بالمائة من عدد الوصلات الموجودة في دماغ الإنسان.

للتوقعات بموجب قانون مور، وباستخدام أرقام المحاكاة، لن تتمكن الحواسيب من تجاوز البشر حتى العام 2036[1].

لماذا هذا الأمر مثير للسخرية

هناك طريقتان لإجراء مقارنة مرجعية للدماغ تمثلان طرفي نقيض على الطيف.

الأولى، مقارنة دراي ستون، باستخدام القلم والورقة، تطلب من البشر أن يقوموا، يدوياً، بمحاكاة عمليات منفردة على رقاقة حاسوب، وتجد أن أداء البشر يبلغ 0.01 مليون أمر في الثانية.

الأخرى، مشروع محاكاة الحاسوب الفائق للعصبونات، يطلب من الحواسيب محاكاة عصبونات منفردة أثناء إطلاق السيال العصبي في دماغ بشري، وتجد أن البشر ينفذون المكافئ، تقريباً، لـ 50,000,000,000 مليون أمر في الثانية.



وهناك نهج أفضل قليلاً من الممكن أن يجمع التقديرين معاً. وهذا في الواقع يجعل الأمر منطقياً بطريقة غريبة. فإذا افترضنا أن برامجنا الحاسوبية لا تتمتع بالكفاءة في محاكاة أنشطة الدماغ البشري بقدر ما الأدمغة البشرية لا تتمتع بالكفاءة في محاكاة نشاط رقاقة حاسوب، إذن، ربما أن تقديراً أكثر إنصافاً لقدرة الدماغ قد يكون المتوسط الهندسي للرقمين.

يشير الرقم المجمَّع إلى أن الدماغ البشري يعمل بسرعة 30,000 مليون أمر في الثانية - تماماً على قدم المساواة مع الحاسوب الذي أقوم بطباعة هذه الكلمات عليه. وهو يشير أيضاً إلى أن العام الذي تفوق فيه تعقيد الرقمية على مستوى الكرة الأرضية على التعقيد العصبي البشري كان هو العام 2004.

---

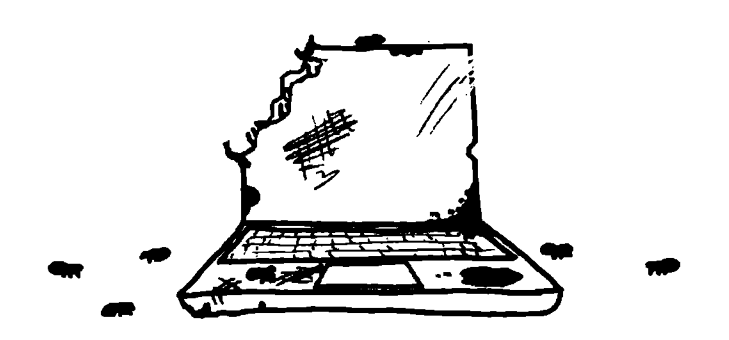
(1) إذا كان التاريخ الآن بعد العام 2036 بينما تقرأ هذا، فمرحباً من الماضي البعيد! أرجو أن تكون الأمور أفضل في المستقبل. ملاحظة: أرجو استنباط طريقة للحضور وأخذنا معكم.

النمل

يُبدي غوردون مور، في ورقته «قانون مور في 40»، (Moore's Law at 40)، ملاحظة مثيرة للاهتمام؛ فهو يشير إلى أنه، وفقاً لعالم الأحياء إي أو ويلسون، هناك 10^{15} إلى 10^{16} نملة في العالم. ومن أجل المقارنة، في العام 2014، كان هناك ما يقارب 10^{20} ترانزستور في العالم، أو عشرات الآلاف من الترانزستورات مقابل كل نملة[1].

قد يحتوي دماغ النملة على ربع مليون عصبون، وآلاف التشابكات لكل عصبون، ما يشير إلى أن لدى أدمغة النمل في العالم تعقيداً مجتمعاً مماثلاً لتعقيد أدمغة البشر في العالم.

لذا، ينبغي أن لا نقلق كثيراً بشأن متى سوف تلحق الحواسيب بركبنا في مجال التعقيد. فبالرغم من كل شيء لحقنا بالنمل، ولا يبدو أنهم مكترثون كثيراً. بالتأكيد، يبدو أننا استولينا على الكوكب، ولكن لو كان علي أن أراهن على أي منا سيكون موجوداً بعد مليون سنة - الرئيسيات أو الحواسيب أو النمل - فأنا أعرف من سأختار.

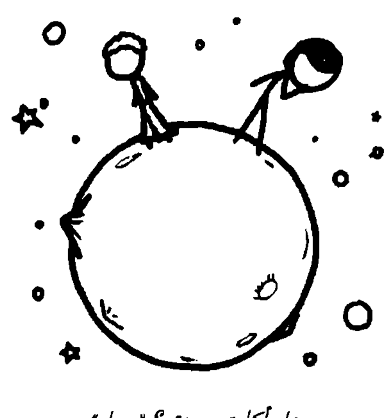


(1) TPA

الكوكب الصغير

س. إذا كان أحد الكويكبات صغير جداً ولكنه عظيم الكتلة، هل يمكنك حقاً العيش عليه مثل الأمير الصغير؟

- سامانتا هاربر



هل أكلت وردتي؟ «ربما.»

ج. **الأمير الصغير**، من تأليف أنطوان دي سانت إكزيوبيري، هي قصة عن مسافر من كويكب بعيد. إنها بسيطة ومحزنة ومؤثرة ولا تُنسى[1]. وهي تبدو ظاهرياً أنها

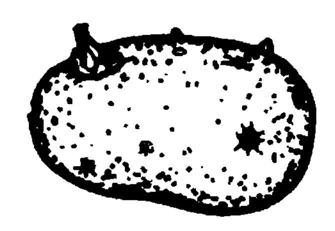
(1) على الرغم من أنه ليس الجميع يرون الأمر كذلك. قام مالوري أورتبيرغ، الذي يكتب في the-toast.net، بوصف قصة الأمير الصغير على أنها عن طفل غني يطلب من ناجٍ من تحطم طائرة أن يرسم له صورة، ثم ينتقد أسلوبه في الرسم.

كتاب أطفال، ولكن من الصعب تحديد من هو الجمهور المستهدَف. على أي حال، لقد وجدَتْ جمهوراً بالتأكيد، فهي من بين أفضل الكتب مبيعاً في التاريخ.



لقد كُتبَت في العام 1942. تلك فترة مثيرة للاهتمام للكتابة عن الكويكبات، وذلك لأنه في العام 1942 لم نكن نعرف ما كانت تبدو عليه الكويكبات حقاً. حتى في أفضل تلسكوباتنا، كانت الكويكبات مرئية كنقاط مضيئة. في الواقع، من هنا جاءت التسمية - كلمة أسترويد (asteroid) تعني «مثل النجم.»

حصلنا على أول تأكيداتنا بشأن كيف كانت الكويكبات تبدو في العام 1971، عندما قامت مارينر 9 بزيارة المريخ والتقطت صوراً لفوبوس وديموس. لقد عمل هذان القمران، اللذان يُعتقَد بأنهما عبارة عن كويكبات تم أسرها، على ترسيخ الفكرة الحديثة عن الكويكبات بأنها شبيهة بحبات البطاطا المليئة بفوهات البراكين.



مارينر 9
صورة لفوبوس

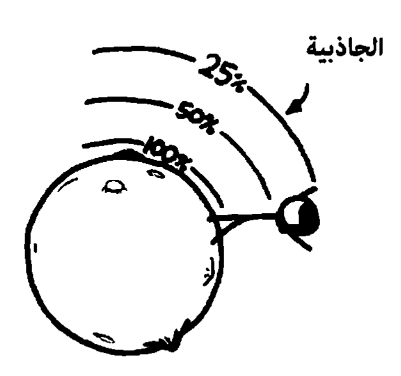
قبل سبعينيات القرن العشرين، كان من الشائع، بالنسبة للخيال العلمي، افتراض أن تكون الكويكبات مستديرة مثل الكواكب.

تقدمت قصة الأمير الصغير خطوة إلى الأمام بهذا الأمر، متخيلة الكويكب ككوكب صغير جداً مع جاذبية وهواء ووردة. ليست هناك أي فائدة ترجى من محاولة انتقاد العلم هنا، وذلك لأنها (1) ليست قصة عن الكويكبات، وكذلك (2) لأنها تستهل بحكاية رمزية عن مدى حماقة الكبار بسبب النظر إلى كل شيء بصورة حرفية إلى حد كبير.

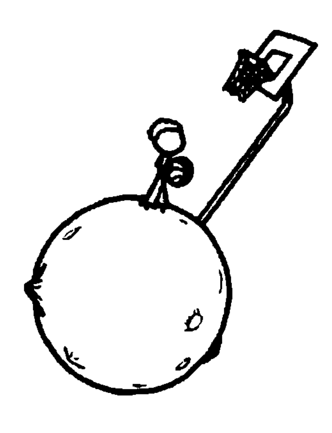
وبدلاً من استخدام العلم للتقليل من قيمة القصة، دعنا نرى ما هي الأجزاء الصغيرة الجديدة التي يمكن أن تضيفها. إذا كان هناك حقاً كويكب ذو كثافة فائقة مع جاذبية سطحية كافية للتجول فيه، فسيكون له خصائص مُلفتة جداً.

إذا كان قطر الكويكب 1.75 متر، عندئذ، لكي تكون له جاذبية مماثلة للأرض، ينبغي أن تكون كتلته حوالى 500 مليون طن. وهذا يعادل تقريباً مجموع كتلة كل البشر على وجه الأرض.

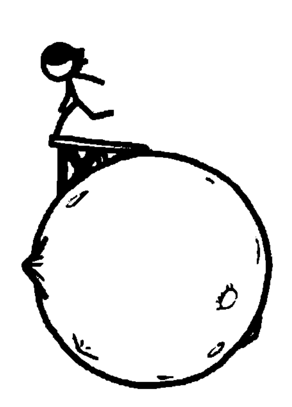
إذا وقفت على السطح، سوف تواجه قوى مد وجزر. وستشعر أن قدميك أثقل من رأسك، ما سيجعلك تشعر كما لو كنت ممدوداً على كرة مطاطية منحنية، أو كنت مستلقياً على لعبة دوّامة الخيول ورأسك قرب المركز.



ستكون سرعة الإفلات عند السطح 5 أمتار في الثانية، تقريباً. وذلك أبطأ من عدْوٍ سريع، ولكنه ما زال يعتبَر سريعاً جداً. وكقاعدة الإبهام، إذا كنت لا تستطيع أن تنفِّذ رمية دنك (dunk) في كرة السلة، فلن تستطيع الإفلات من هذا الكويكب بالقفز.

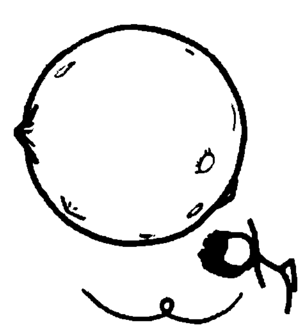


من ناحية أخرى، الأمر الغريب بشأن سرعة الإفلات يتمثل في أنه لا يهم في أي اتجاه أنت تعدو[1]. إذا كنت تعدو بسرعة أعلى من سرعة الإفلات، طالما أنك لا تذهب فعلياً باتجاه الكويكب، فإنك سوف تُفلت. وذلك يعني أنك قد تكون قادراً على مغادرة الكويكب من خلال العدو أفقياً والقفز عند نهاية منحدر.



(1) ... وهذا هو السبب الذي ينبغي أن تُسمى فعلياً «سرعة الإفلات escape speed» – وحقيقة أنه ليس لها اتجاه [وهو الفرق بين «سرعة speed» و «سرعة اتجاهية velocity»] يعتبَر، بصورة غير متوقعة، أمراً مهماً هنا.

إذا لم تعدُ بسرعة كبيرة بما يكفي للإفلات من الكويكب، فإنك سوف تدور في مدار حوله. وستكون سرعتك المدارية 3 أمتار في الثانية، تقريباً، وهي سرعة هرولة نموذجية.



ولكن ذلك سيكون مداراً غريباً.

سوف تؤثر القوى المديّة عليك بطرق عدة. فإذا مددت ذراعك نحو الأسفل باتجاه الكويكب، فسوف تتعرض لسَحب أكبر بكثير من بقيّتك. وعندما تمد نفسك نحو الأسفل بذراع واحدة، فإن بقيّتك ستُدفَع نحو الأعلى، ما يعني أن أجزاء أخرى من جسدك تشعر بقدر أقل من الجاذبية. فعلياً، كل جزء من جسمك سيحاول أن يذهب في مدار مختلف.

عندما يخضع كائن كبير -قمر مثلاً- لهذا النوع من القوى المديّه، فإنه سوف يتجزع بصورة عامة إلى حلقات[1]. لن يحدث هذا لك، إلا أن مدارك سوف يصبح مضطرباً وغير مستقر.

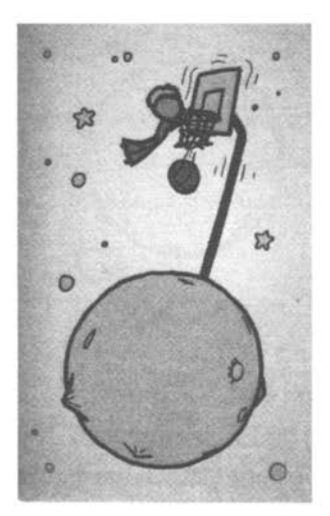
تم استقصاء هذه الأنواع من المدارات في ورقة من قِبل رادو دي. روغيسكو ودانييل مورتاري. وأظهرت عمليات المحاكاة التي أجرياها أن الكائنات الكبيرة الطويلة تتبع مسارات غريبة حول أجسامها المركزية. وحتى مراكز ثقلها لا تتحرك في المدار البيضاوي التقليدي. فبعضها يتخذ مدارات خماسية، في حين تتعثر أخرى بفوضوية وتصطدم في الكوكب.

(1) على ما يبدو أن هذا هو ما حدث للقنفذ سونيك.

من الممكن أن يكون لهذا النوع من التحليل تطبيقات عملية. لقد كانت هناك مقترحات متنوعة على مر السنين لاستخدام حبال دوارة لنقل البضائع إلى داخل وإلى خارج آبار الجاذبية - نوع من المصاعد العائمة حرة الحركة. ومن الممكن لمثل هذه الحبال أن تنقل البضائع إلى سطح القمر ومنه، أو تلتقط مركبة فضائية من حافة الغلاف الجوي للأرض. ويثير عدم الاستقرار المتأصل لكثير من مدارات الحبال تحدياً لمثل هذا المشروع.

بالنسبة للمقيمين على كويكبنا فائق الكثافة، فيتعين عليهم أن يكونوا حريصين، حيث أنهم إذا ركضوا بسرعة كبيرة أكثر مما يجب، فسيعرضون أنفسهم لخطر جدّي يتمثل في الدخول في مدار والتعثر والتقيؤ.

لحسن الحظ، ستكون القفزات العمودية للأعلى أمراً مناسباً تماماً.



محبو أدب الأطفال الفرنسي من منطقة كليفلاند شعروا بخيبة أمل بسبب قرار الأمير بتوقيع عقد مع ميامي هيت.

إسقاط شريحة لحم

س. من أي ارتفاع ينبغي أن تُسقِط شريحة لحم لكي تكون مطبوخة عندما تصطدم بالأرض؟

- أليكس لاهي

ج. آمل أن تكون محبا لشرائحك بتسبورغ رير (Pittsburgh Rare)، وستكون بحاجة لإذابة الصقيع بعد أن تلتقطها.

تصبح الأشياء ساخنة جداً عندما تعود من الفضاء. فعند دخولها إلى الغلاف الجوي، لا يستطيع الهواء التحرك من أمامها بسرعة كافية، ويُسحَق أمام الجسم - وعملية ضغط الهواء تعمل على تسخينه. وكقاعدة عامة، أنت تبدأ بملاحظة تسخين الانضغاط فوق حوالى 2 ماخ (وذلك هو السبب في أن لدى طائرة الكونكورد مادة مقاومة للحرارة على الحواف الأمامية لأجنحتها.)

عندما قام القافز المظلي فليكس باومغارتنر بالقفز من ارتفاع 39 كيلومتراً، وصلت سرعته إلى 1 ماخ عند ارتفاع 30 كيلومتراً. وكان هذا كافياً لتسخين الهواء بدرجات قليلة، ولكن درجة حرارة الهواء كانت أدنى بكثير من درجة حرارة التجمد بحيث أنه لم يحدث أي تأثير. وفي وقت مبكر من قفزته، كانت درجة الحرارة حوالى ناقص 40 درجة، وهي تلك النقطة السحرية حيث لا تكون مضطراً لتحديد ما إذا كنت تقصد فهرنهايت أم مئوية - إنها ذاتها في كلا المقياسين.)

وبقدر ما أعرف، ظهر سؤال شريحة اللحم هذا أصلاً في مناقشة مطوّلة على موقع فورتشان 4chan، والتي تردت إلى مداخلات تقريع تتسم بمعرفة سيئة بالفيزياء ممزوجة بشتائم كراهية الشذوذ الجنسي. ولم يكن هناك استنتاج واضح.

ومن أجل الحصول على جواب أفضل، قررتُ إجراء سلسلة من عمليات المحاكاة لشريحة لحم تسقط من ارتفاعات مختلفة.

شريحة اللحم تزن 8 أونصات بحجم وشكل قرص الهوكي، لذلك قمت باعتماد معامِلات السَّحب (drag coefficients) لشريحة اللحم خاصتي على تلك المُسجَّلة في صفحة 74 من كتاب فيزياء الهوكي «The Physics of Hockey» (والتي قام المؤلف ألان آشيه بقياسها فعلياً مستخدماً بعض المعدات المخبرية.) شريحة اللحم ليست قرص هوكي، ولكنه اتضح أن معامِل السحب لا يؤثر كثيراً على النتيجة.

نظراً لأن الإجابة عن أي من هذه الأسئلة يشتمل، في كثير من الأحيان، على تحليل لأجسام غير مألوفة في ظروف فيزيائية متطرفة، فغالباً ما تكون الأبحاث ذات الصلة الوحيدة التي يمكنني العثور عليها هي دراسات جيش الولايات المتحدة الأميركية في حقبة الحرب الباردة. (يبدو أن الحكومة الأميركية كانت تخصص أموالاً طائلة على كل ما له علاقة بأبحاث الأسلحة، حتى لو كانت من بعيد.) ومن أجل الحصول على فكرة بشأن كيف سيعمل الهواء على تسخين الشريحة، اطلعت على أوراق بحث بخصوص تسخين مخاريط مقدمة الصواريخ الباليستية العابرة للقارات (ICBM) عند دخولها مجدداً إلى الغلاف الجوي. وكانت هناك ورقتان من أكثر الأوراق فائدة، وهما «توقُّعات التسخين الإيروديناميكي على قبب الصواريخ التكتيكية Predictions of Aerodynamic Heating on Tactical Missile Domes»، و«تاريخ حسابات درجة حرارة مركبة الرجعة Calculation of Reentry-Vehicle Temperature History».

وأخيراً، كان علي أن أستنتج مدى السرعة التي تنتشر فيها الحرارة عبر شريحة اللحم، فبدأت بالاطلاع على بعض الأوراق من إنتاج الطعام الصناعي التي قامت بمحاكاة تدفق الحرارة عبر قطع لحم متنوعة. وقد تطلب مني الأمر فترة من الوقت لأدرك

أنه كانت هناك طريقة أسهل بكثير لمعرفة ما هي مجموعات الزمن والوقت التي سوف تسخِّن بفاعلية طبقات شريحة اللحم المختلفة: راجع كتاب طبخ.

يعرض كتاب جيف بوتر الممتاز، الطبخ للمهووسين «Cooking for Geeks» مقدمة رائعة لعِلم طهي اللحوم، ويشرح ما هي نطاقات الحرارة وما هي الآثار التي تنتِجها في شريحة اللحم، ولماذا. كما أن كتاب كوك «عِلم الطبخ الجيد The Science of Good Cooking» كان مفيداً، أيضاً.

عند وضع كل شيء معاً، وجدتُ أن شريحة اللحم سوف تتسارع بسرعة إلى أن تصل إلى ارتفاع 30-50 كيلومتراً، عندئذ يصبح الهواء كثيفاً بما يكفي لكي يبدأ بجعلها تتباطأ.

إن سرعة هبوط شريحة اللحم سينخفض باطراد مع زيادة كثافة الهواء. وبصرف النظر عن مدى السرعة التي كانت تهبط بها عندما وصلت الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي، فإنها سوف تتباطأ بسرعة إلى أن تصل إلى السرعة النهائية. ومهما كان الارتفاع الذي بدأت السقوط منه، فإن الأمر سيستغرق من ست إلى سبع دقائق للهبوط من ارتفاع 25 كيلومتراً إلى الأرض.

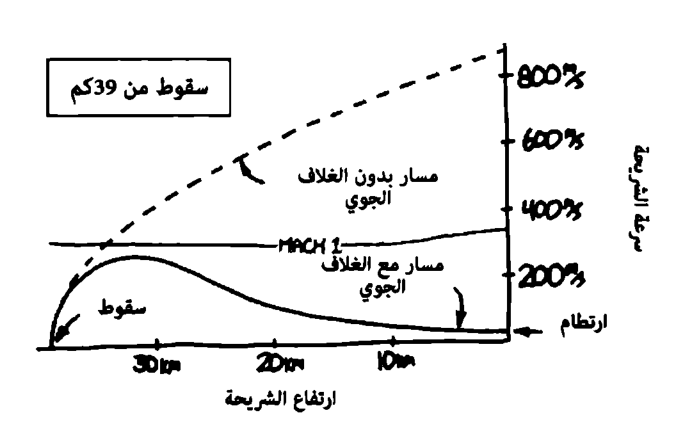
في جزء كبير من تلك الكيلومترات الـ25، تكون درجة حرارة الهواء تحت درجة التجمد - ما يعني أن شريحة اللحم سوف تُمضي ست إلى سبع دقائق معرضة لهبات رياح قاسية حرارتها دون الصفر وبقوة الأعاصير. حتى وإن طُبخت بسبب الهبوط، فسيتعين عليك أن تزيل الصقيع عنها عندما تصل إلى الأرض.

عندما تضرب شريحة اللحم الأرض، في نهاية المطاف، سوف تكون متحركة بسرعة نهائية - حوالى 30 متراً في الثانية. وللحصول على فكرة عما يعني ذلك، تخيل شريحة لحم تم قذفها على الأرض من قِبل رامٍ يلعب في فريق دوري البيسبول الرئيسي. فإذا كانت الشريحة مجمّدة، حتى لو جزئياً، فسوف تتحطم بسهولة. من ناحية أخرى، إذا هبطت في المياه أو على أوراق الشجر، فربما ستكون بحالة جيدة[1].

---

(1) أعني سليمة، ولكن ليست بالضرورة جيدة للأكل.

عندما يتم إسقاط شريحة لحم من ارتفاع 39 كيلومتراً، فإنها ستبقى تحت جدار سرعة الصوت، خلافاً لفيليكس. كما أنها لن تسخن بشكل ملحوظ. وهذا منطقي - فبالنتيجة، بذلة فيليكس لم تحترق عندما وصل إلى الأرض.



ربما تستطيع شرائح اللحم أن تنجو من اجتياز جدار الصوت. إضافة إلى فيليكس، تم قذف طيارين بسرعات فوق صوتية، وعاشوا ليتحدثوا عن تجربتهم.

لكي تخترق جدار الصوت، عليك أن تُسقِط الشريحة من ارتفاع حوالى 50 كيلومتراً. ولكن هذا لا يزال غير كافٍ لطهيها.

لا بد لنا من أن نرتفع أكثر.

إذا هبطَتْ من ارتفاع 70 كيلومتراً، فإن شريحة اللحم سوف تنطلق بسرعة كافية لكي تُسفَع لفترة وجيزة بهواء تبلغ درجة حرارته 350 درجة فهرنهايت. وللأسف أن هذه الهبّة من الهواء الرقيق، الناعم، سوف تدوم بالكاد لمدة دقيقة - وأي شخص لديه أي خبرة في المطبخ يمكنه أن يُخبرك بأن شريحة لحم موضوعة في فرن محمّى على حرارة 350 درجة فهرنهايت، لمدة 60 ثانية، لن تُطهى.

من 100 كيلومتر -حافة الفضاء المحددة رسمياً- لا تكون الصورة أفضل بكثير. فالشريحة تُمضي ما يزيد عن دقيقة ونصف فوق ماخ 2، ومن المرجح أن يُحرَق السطح

الخارجي، ولكن الحرارة تُستبدَل بالهبّة الجليدية من الستراتوسفير بسرعة كبيرة إلى درجة لا تمكّن من طهيها فعلياً.

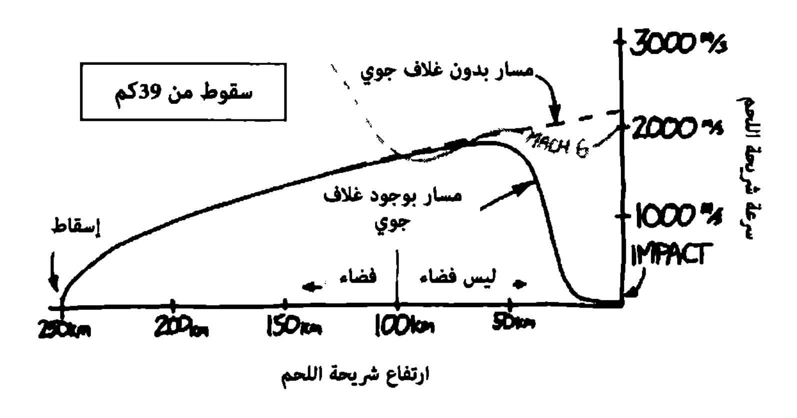
وعلى سرعات فوق صوتية وفرط صوتية، تتشكل موجة صدمة حول شريحة اللحم ما يساعد على حمايتها من الرياح الأسرع والأسرع. إن السمات الدقيقة لجبهة موجة الصدم -وبالتالي الإجهاد الميكانيكي على الشريحة- يعتمد على كيفية سقوط شريحة تزن 8 أونصات بسرعات فرط صوتية. لقد بحثت في الكتابات المتوفرة ولكنني لم أتمكن من العثور على أي أبحاث بشأن هذا الموضوع.

من أجل هذه المحاكاة، أفترضُ أنه على سرعات أدنى، سوف يؤدي تأثير الدوامة إلى تكوين سقوط متقلب، في حين أنه على سرعات فرط صوتية، فإنها سوف تُضغط إلى شكل كروي شبه مستقر. من ناحية أخرى، هذا ليس سوى تخمين طائش. فإذا قام أي شخص بوضع شريحة لحم في نفق رياح ذات سرعة فرط صوتية للحصول على بيانات أفضل بشأن هذا الأمر، أرجو إرسال الفيديو إلي.

إذا قمتَ بإسقاط شريحة لحم من ارتفاع 250 كيلومتراً، تبدأ حرارة الأشياء بالارتفاع. إن 250 كيلومتراً تضعنا في مدار أرضي منخفض. من ناحية أخرى، ونظراً لأن الشريحة سقطت من وضع الثبات، فلن تكون سرعتها بسرعة شيء يعود من مدار مرة أخرى.

في هذا السيناريو، تصل الشريحة إلى سرعة قصوى تبلغ 6 ماخ، وربما يصبح السطح الخارجي محمّراً بشكل جميل. إلا أن الداخل، للأسف، ما يزال نيئاً، إلا إذا تعثر، وهذا ما يحدث، في تدهور فرط صوتي وتنفجر متفتّتةً إلى قطع.

ومن ارتفاعات أعلى، تبدأ السخونة بالازدياد لتصبح شديدة حقاً. إن حرارة موجة الصدمة أمام الشريحة تصل إلى آلاف الدرجات (فهرنهايت أو مئوي، الأمر صحيح في كلا القياسين). المشكلة في هذا المستوى من الحرارة هو أنها تحرق الطبقة السطحية بالكامل، محولة إياها إلى أكثر قليلاً من كربون. أي تصبح متفحمة.



يعتبر التفحُّم نتيجة طبيعية لإسقاط اللحم في النار. ولكن المشكلة في تفحُّم اللحم على سرعة فرط صوتية تكمن في أن الطبقة المتفحمة لا تمتلك سلامة هيكلية، وتُنسَف من قِبل الرياح - كاشفة طبقة جديدة لتتفحم. (إذا كانت الحرارة مرتفعة بما يكفي، فسوف تقوم ببساطة بنسف الطبقة السطحية بينما تقوم بطبخها بلمح البصر. ويشار إلى هذا الأمر في أوراق الصواريخ العابرة للقارات على أنه «منطقة الاجتثاث ablation zone»).

حتى من تلك الارتفاعات، ما زالت شريحة اللحم لا تُمضي وقتاً في الحرارة لكي تُطهى على طول الطريق[1]. ويمكننا أن نجرِّب سرعات أعلى وأعلى، وقد نستطيع زيادة زمن التعرُّض من خلال إسقاطها، من مدار، بشكل مائل.

ولكن إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة بما فيه الكفاية، أو وقت الاحتراق طويل بما يكفي، فإن الشريحة سوف تتفكك ببطء بينما تكون الطبقة الخارجية متفحمة بصورة متكررة ومنسوفة. وإذا تمكن القسم الأكبر من الشريحة من الوصول إلى الأرض، فإن الجزء الداخلي منها سيكون لا يزال نيئاً.

وهذا هو السبب في أننا ينبغي أن نسقِط شريحة اللحم فوق بيتسبرغ.

(1) أعرف ما قد يفكر به بعضكم، والجواب هو لا - إنها لا تمكث وقتاً كافياً في أحزمة فان ألين لكي تصبح معقمة من قِبل الإشعاعات.

وكما يرد في القصة التي من المحتمل أنها ملفقة، فإن عمال الفولاذ في بيتسبرغ كانوا يطهون شرائح اللحم من خلال صفعها على سطوح المعادن المتوهجة الخارجة من المسبك، ما يؤدي إلى شواء الجزء الخارجي بينما يُترَك الداخل نيئاً. ومن المفترض أن هذا هو أصل مصطلح «بيتسبرغ غير الناضج Pittsburgh Rare»

لذا، قم بإسقاط شريحتك من صاروخ على مدار منخفض، وأرسل فريق جمع لاستردادها، ونظفها بالفرشاة، وأعد تسخينها، وقم بإزالة الأجزاء المتفحمة بصورة سيئة، وابدأ بالأكل. فقط كن حذراً من السلمونيلا. ومن الأندروميدا سترين.

قرص الهوكي

س. ما مدى القوة التي ينبغي رمي قرص الهوكي فيها لكي تكون قادرة على طرح حارس المرمى ذاته أرضاً إلى الوراء داخل الشبكة؟

- توم

ج. هذا لا يمكن أن يحدث.

لا تتوقف المشكلة على مجرد ضرب الكرة بقوة كافية. وهذا الكتاب غير معني بذلك النوع من الحدود. ولا يستطيع بشر مع عصي جعل قرص الهوكي ينطلق بسرعة أعلى من 50 متراً في الثانية، ولكن دعنا نفترض أن ذلك القرص قد تم رميه من قِبل روبوط هوكي أو مزلجة كهربائية أو مدفع غاز خفيف فرط صوتي.

تكمن المشكلة، باختصار، في أن أوزان لاعبي الهوكي ثقيلة والأقراص ليست ثقيلة. فوزن حارس المرمى بكامل معداته يفوق وزن القرص بمعامِل مقداره حوالى 600. حتى أسرع ضربات السلاب شوت لديها زخم أقل من زخم لاعب عمره عشر سنوات يتزلج بسرعة ميل في الساعة.

كما أن لاعبي الهوكي يستطيعون إسناد أنفسهم بقوة كبيرة على الجليد. ويستطيع لاعب يتزلج بسرعة قصوى أن يتوقف في حيز أمتار قليلة، ما يعني أن القوة التي يمارسونها على الجليد كبيرة جداً. كما أنه يشير إلى أنك إذا بدأت بتدوير حلبة الهوكي ببطء، فمن الممكن أن تميل حتى 50 درجة قبل أن ينزلق اللاعبون إلى طرف واحد. من الواضح أن التجارب ضرورية لإثبات هذا الأمر.)

من تقديرات سرعات التصادم في فيديوهات الهوكي، وبعض إرشادات أحد لاعبي الهوكي، قدّرتُ أن قرصاً يزن 165 غراماً ينبغي أن يتحرك بسرعة تصل إلى ما بين 2 ماخ و 8 ماخ لكي تُلقي بحارس المرمى للخلف داخل المرمى - وأسرع من ذلك إذا كان حارس المرمى مستجمعاً قواه ضد الضربة، وأبطأ من ذلك إذا ضرب القرص بزاوية نحو الأعلى.

إن إطلاق جسم بسرعة 8 ماخ ليس أمراً صعباً جداً بحد ذاته. وتتمثل إحدى أفضل الطرق لفعل ذلك باستخدام مدفع الغاز الفرط صوتي المذكور آنفاً. والذي هو - جوهرياً - نفس الآلية التي يستخدمها مسدس BB لإطلاق طلقات BB[1].

ولكن قرص هوكي يتحرك بسرعة 8 ماخ سيمثل مشاكل كثيرة، بدءاً بحقيقة أن الهواء أمام القرص سوف ينضغط ويسخن بسرعة كبيرة. ولن تكون سرعته كبيرة بما فيه الكفاية لكي يؤيِّن الهواء ويترك أثراً متوهجاً، كما تفعل النيازك، ولكن سطح القرص (عندما تكون الرحلة طويلة بما يكفي) سوف يبدأ بالانصهار أو يتفحم.

من ناحية أخرى، فإن مقاومة الهواء سوف تبطئ القرص بسرعة كبيرة. لذلك، فإن القرص الذي تكون سرعته 8 ماخ عندما يخرج من القاذفة، ربما ستكون سرعته جزءاً صغيراً من تلك السرعة عندما يصل إلى الهدف. وحتى على 8 ماخ، من المحتمل أن القرص لن يمر عبر جسم حارس المرمى. وبدلاً من ذلك، سوف ينفجر عند الارتطام بقوة مفرقعات نارية أو بقوة عصا صغيرة من الديناميت.

إذا كنت مثلي، عندما رأيتَ هذا السؤال لأول مرة، ربما أنك تخيلت القرص يترك ثقباً بشكل قرص الهوكي على أسلوب أفلام الكرتون. ولكن ذلك يعود إلى أن حدسنا غير جدير بالثقة فيما يتعلق بكيفية تفاعل المواد على سرعات عالية جداً.

وبدلاً من ذلك، هناك صورة مختلفة من الممكن أن تكون أكثر دقة: تخيل إلقاء حبة بندورة ناضجة -بأقوى ما تستطيع- على قالب كعك.

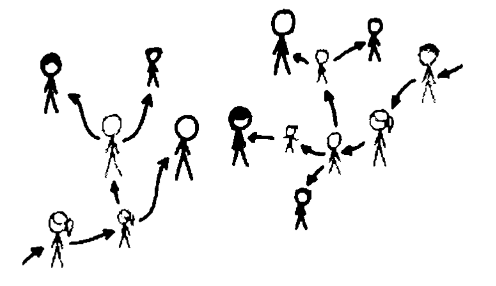
(1) إلا أنه يستخدم الهيدروجين بدلاً من الهواء، وعندما تؤذي نفسك بعد أن يتم تحذيرك، فأنت حقاً تؤذي نفسك.



ذلك هو ما سيحدث، تقريباً.

س. لو مكث كل شخص على هذا الكوكب بعيداً عن الآخرين لبضعة أسابيع، ألن يتم اجتثاث نزلات البرد؟

- ساره إيوارت



ج. هل يستحق الأمر ذلك؟

هناك مجموعة من الفيروسات تتسبب في نزلات البرد[1]، ولكن الفيروسات الأنفية «rhinoviruses» هي المتسبب الأكثر شيوعاً[2]. وتستولي هذه الفيروسات على خلايا أنفك وحلقك وتستخدمها لتنتج مزيداً من الفيروسات. بعد بضعة أيام يلاحظ جهازك المناعي ذلك ويقوم بتدميرها[3]. ولكن ليس قبل أن تتسبب بنقل العدوى، في المعدل، إلى شخص آخر[4]. بعد محاربة العدوى، ستكون في مأمن من سلالة ذلك الفيروس الأنفي بعينه - مناعة تستمر لسنوات.

---

(1) تستخدم أحياناً كلمة فيري Virii ولكن لا يُشجَع على ذلك. Virae هي بالتأكيد خاطئة.

(2) أي عدوى تصيب الجهاز التنفسي العلوي يمكن أن تكون فعلياً هي السبب في «نزلة البرد الشائعة».

(3) استجابة جهاز المناعة هو، في الواقع، سبب إصابتك بالأعراض، وليس الفيروس بحد ذاته.

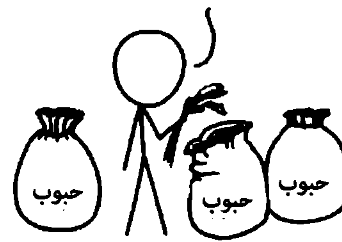
(4) رياضياً، ينبغي أن يكون هذا صحيحاً. لو كان المعدل أقل من واحد، فسوف ينقرض الفيروس. ولو كان المعدل أكثر من واحد، سيكون كل شخص، في نهاية المطاف، مصاباً بنزلات البرد طوال الوقت.

إذا قامت سارة بوضعنا جميعنا في حجر صحي، لن يكون لفيروسات نزلات البرد التي نحملها أي مُضيفين جدد لتنتقل إليهم. هل يستطيع جهازنا المناعي عندئذ أن يُبيد كل نسخة من الفيروس؟

قبل أن نجيب عن هذا السؤال، دعنا نأخذ بالاعتبار الآثار العملية لمثل هذا النوع من الحجر الصحي. إن مخرجات الاقتصاد العالمي الإجمالي السنوي تبلغ حوالى 80 تريليون دولار أميركي، ما يشير إلى أن وقف النشاطات الاقتصادية لبضعة أسابيع سوف يكلف تريليونات كثيرة من الدولارات. إن الصدمة التي يتعرض لها النظام، بسبب «التوقف» على المستوى العالمي، من الممكن بسهولة أن تؤدي إلى انهيار الاقتصاد العالمي.



ربما أن إجمالي احتياطيات العالم من الغذاء كبيرة بما يكفي لتغطي حاجتنا لأربعة أو خمسة أسابيع من الحجر الصحي، ولكن ينبغي أن يتم توزيع الغذاء بالتساوي مسبقاً. صراحة، أنا لست متأكداً بشأن ما الذي سأفعله باحتياطي حبوب يكفي 20 يوماً بينما أقف وحيداً في حقل في مكان ما.



يقودنا الحجر الصحي العالمي إلى سؤال آخر: إلى أي مدى يمكننا أن نبتعد عن بعضنا البعض؟ العالم كبير[بحاجة لمصدر] ولكن هناك الكثير من الناس.[بحاجة لمصدر]

إذا قمنا بتقسيم مساحة العالم البريّة بالتساوي، ستكون هناك مساحة كافية لكي يحصل كل واحد منا على أكثر بقليل من هكتارين، مع وجود أقرب شخص على بعد 77 متراً.



وفي حين أن 77 متراً تعتبَر مسافة فاصلة كافية لمنع انتقال الفيروسات الأنفية، إلا أن تلك المسافة الفاصلة لها ثمن. فالكثير من أراضي العالم غير مستساغة للمكوث فيها لمدة خمسة أسابيع. والكثيرون منا سيجدون أنفسهم عالقين في الصحراء الكبرى[1]، أو في وسط القارة القطبية الجنوبية[2].

هناك حل عملي آخر -على الرغم من أنه ليس بالضرورة أن يكون أرخص- يتمثل في منح كل شخص بذلة مخاطر بيولوجية. بتلك الطريقة يمكننا أن نتجول ونتفاعل مع بعضنا البعض، وحتى السماح لبعض النشاط الاقتصادي بالاستمرار:



---

(1) (450 مليون شخص).

(2) (650 مليون شخص).

ولكن دعنا نضع الإمكانية العملية جانباً، ونعالج سؤال ساره الفعلي: هل سينجح ذلك؟

من أجل المساعدة في معرفة الجواب، تحدثتُ مع البروفيسور آيان إم ماكاي، وهو خبير في علم الفيروسات من المركز الأسترالي لأبحاث الأمراض المعدية في جامعة كوينزلاند[1].

قال الدكتور ماكاي إن هذه الفكرة هي، في الواقع، منطقية نوعاً ما من وجهة النظر البيولوجية. وقال إن الفيروسات الأنفية -وغيرها من فيروسات آر إن إيه الجهاز التنفسي- يتم القضاء عليها تماماً من قِبل جهاز مناعة الجسم. وهي لا تطيل البقاء في الجسم بعد الإصابة. علاوة على ذلك، يبدو أننا لا نمرر العدوى ذهاباً وإياباً بيننا وبين الحيوانات، ما يعني أنه ليست هناك أنواع (species) أخرى يمكن أن تكون بمثابة خزانات لنزلات البرد الخاصة بنا. وإذا لم تجد الفيروسات الأنفية ما يكفي من البشر لتنتقل بينهم، فإنها سوف تنقرض.

في الواقع أننا شهدنا هذا الانقراض الفيروسي، عملياً، في تجمعات سكانية معزولة. وقد استضافت جزر سانت كيلدا النائية، بعيداً إلى الشمال الغربي من اسكتلندا، لقرون مجموعة من السكان يبلغ تعدادهم حوالى 100 شخص. وكانت تتم زيارة الجزر فقط من قِبل بضعة قوارب كل سنة، وعانت من متلازمة غير عادية تسمى كناتا-نا-غال، أو «سعال الغرباء.» وكان السعال، لقرون عديدة، يجتاح الجزيرة بانتظام في كل مرة كان يصل فيها قارب جديد.

لم يكن السبب الحقيقي وراء حالات تفشي المرض معروفاً[2]، ولكن ربما أن الفيروسات الأنفية كانت مسؤولة عنها. ففي كل مرة كان قارب يزور الجُزر، كان يُدخِل

(1) حاولتُ في البداية أخذ السؤال إلى صاحب موقع Boing Boing، كوري دكتورو، ولكنه شرح لي بصبر أنه في الواقع ليس طبيباً.

(2) حدد سكان سانت كيلدا، بشكل صائب، القوارب على أنها سبب تفشي المرض. إلا أن الخبراء الطبيين في ذلك الوقت نفوا هذه المزاعم، وبدلاً من ذلك ألقوا اللوم في تفشي المرض على الطريقة التي كان يقف فيها أهل الجزر في الخارج في البرد عندما كان يصل أحد القوارب، وعلى احتفالاتهم بالواصلين الجدد بالإفراط بالشرب.

سلالات جديدة من الفيروس. وكانت هذه السلالات تجتاح الجُزر مصيبة، عملياً، كل شخص بالعدوى. وبعد عدة أسابيع، يكون جميع السكان قد اكتسبوا مناعة جديدة ضد تلك السلالات، ومع عدم وجود أي مكان تذهب إليه، كانت الفيروسات تنقرض.

ومن المرجح أن يحدث التطهير الفيروسي في أي مجموعة سكانية صغيرة ومعزولة - على سبيل المثال، الناجون من غرق سفينة.



إذا تم عزل جميع البشر عن بعضهم البعض، فإن سيناريو سانت كيلدا سوف يحدث بالطريقة ذاتها على نطاق واسع. وبعد أسبوع أو أسبوعين، تكون نزلات البرد خاصتنا قد أخذت مجراها، وسيكون لدى أجهزة المناعة السليمة الكثير من الوقت للتخلص من الفيروسات.

للأسف، هناك مشكلة خفية واحدة، وهي كافية لتفكيك الخطة بأكملها: ليس لدينا جميعنا أجهزة مناعة سليمة.

عند معظم الناس، يتم تخليص الجسم من الفيروسات الأنفية بشكل كامل في غضون عشرة أيام. ولكن الأمر مختلف مع أولئك الذين توجد



لديهم أجهزة مناعة تم إضعافها بشدة. ففي مرضى زراعة الأعضاء، على سبيل المثال، الذين تم كبح جهاز المناعة لديهم بصورة مصطنعة، من الممكن لإصابة بالعدوى من

مرض شائع -بما في ذلك الفيروسات الأنفية- أن يستمر لأسابيع، أو أشهر، أو ربما سنوات.

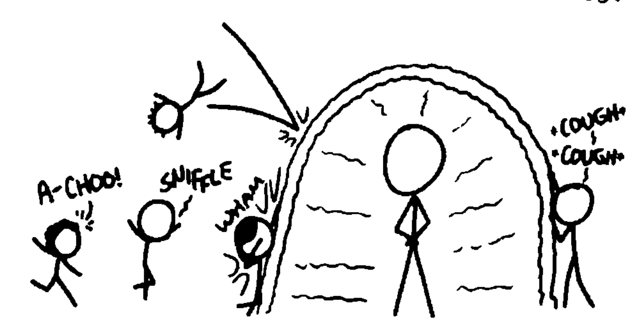
هذه المجموعة الصغيرة من الأشخاص الذين يعانون من نقص المناعة سوف تكون بمثابة ملاذات آمنة بالنسبة للفيروسات الأنفية. والأمل في اجتثاثها ضئيل. وسوف تحتاج للبقاء فقط في عدد قليل من المستضيفين لكي تجتاح العالم وتستعيد السيطرة عليه.

إضافة إلى أنها من المحتمل أن تتسبب في انهيار الحضارة، فإن خطة سارة لن تنجح في اجتثاث الفيروسات الأنفية[1]. من ناحية أخرى، قد يكون ذلك هو الأفضل للجميع!

وفي حين أن نزلات البرد ليست ممتعة، فمن الممكن أن يكون غيابها أسوأ. يقول المؤلف كارل زيمار في كتابه «كوكب من الفيروسات A Planet of Viruses»، إن الأطفال الذين لم يتعرضوا للفيروسات الأنفية تكون لديهم اضطرابات مناعية أكثر كبالغين. ومن الممكن أن تكون هذه الإصابات بأمراض معدية مفيدة لتدريب ومعايرة أجهزة المناعة لدينا.

من ناحية أخرى، إن نزلات البرد مزعجة. وبالإضافة إلى كونها بغيضة، فإن بعض الأبحاث تشير إلى أن الإصابة بالعدوى بهذه الفيروسات تعمل أيضاً على إضعاف جهاز المناعة بشكل مباشر، ومن الممكن أن تجعلنا مهيئين للإصابة بأمراض مُعدية أخرى.

على العموم، لن أمكث في وسط الصحراء لخمسة أسابيع لكي أخلِّص نفسي من نزلات البرد للأبد. ولكن إن ابتكروا تطعيماً ضد الفيروسات الأنفية، سوف أكون أول المنتظرين في الطابور.



(1) إلا إذا نفد الغذاء أثناء الحجر الصحي وتعرضنا جميعنا للمجاعة حتى الموت. في هذه الحالة، ستموت الفيروسات الأنفية معنا.

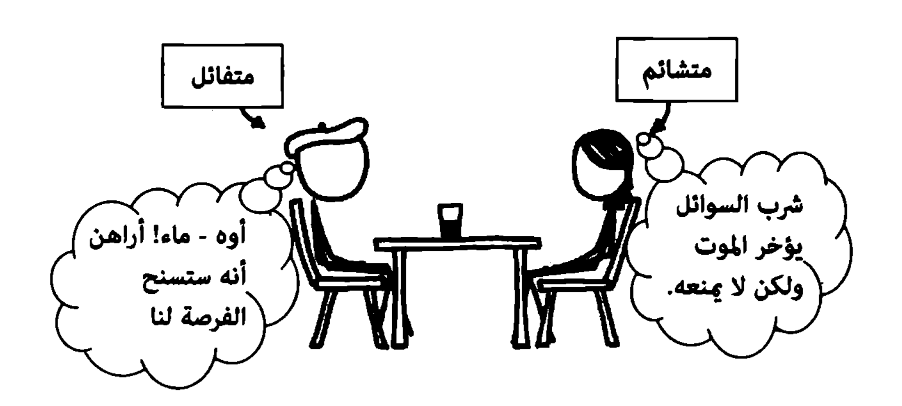
كأس نصف فارغ

س. ماذا لو أصبح كأس من الماء، بصورة مفاجئة، نصف فارغ بالمعنى الحرفي؟

- فيتوريو لاكوفيلا

ج. ربما يكون المتشائم أكثر صواباً من المتفائل بشأن كيف ستؤول الأمور.

عندما يقول الناس «الكأس نصف فارغ،» فإنهم يقصدون عادة أن الكأس يحتوي على كميات متساوية من الهواء والماء.

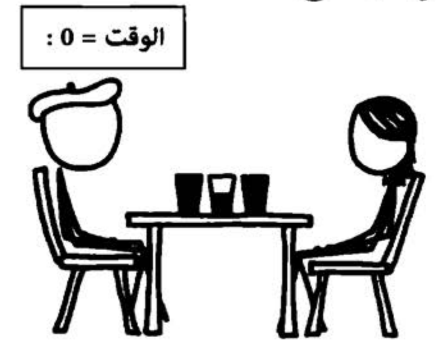


تقليدياً، المتفائل يرى الكأس على أنه نصف مملوء في حين أن المتشائم يراه على أنه نصف فارغ. وقد ولَّد هذا عدداً هائلاً من أشكال مختلفة من النكات - على سبيل المثال، يرى المهندس الكأس على أنه أكبر بمقدار الضعف عما هو من الضروري أن يكون، والسريالي يرى الزرافة تأكل ربطة عنق، إلخ.

ولكن ما الذي يحدث لو كان النصف الفارغ من الكأس حقاً فارغاً - فراغاً؟[1] الفراغ بالتأكيد لن يدوم طويلاً. ولكن بالضبط ما يحدث يعتمد على سؤال رئيسي لا يكترث أحدٌ عادة لطرحة: أي نصف هو الفارغ؟

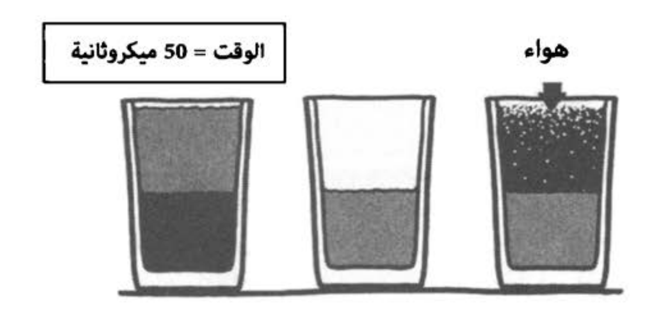
بالنسبة للسيناريو الخاص بنا، سوف نتخيل ثلاثة كؤوس مختلفة نصف فارغة، ونتابع ما يحدث لها ميكروثانية بمايكروثانية.

في الوسط يوجد كأس هواء/ ماء التقليدي. على اليمين يوجد كأس مثل الكأس التقليدي، سوى أن الهواء مُستبدَل بالفراغ. والكأس إلى اليسار نصف مملوء بالماء ونصف فارغ - ولكن الجزء السفلي هو الفارغ.



سوف نتخيل أن الفراغ يظهر في الوقت t = 0

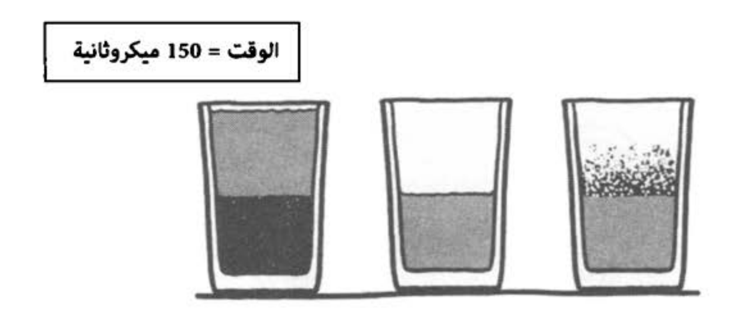
في أجزاء الميكروثانية القليلة الأولى، لا يحدث شيء. في هذا النطاق الزمني، حتى جزيئات الهواء تكون ثابتة، تقريباً.



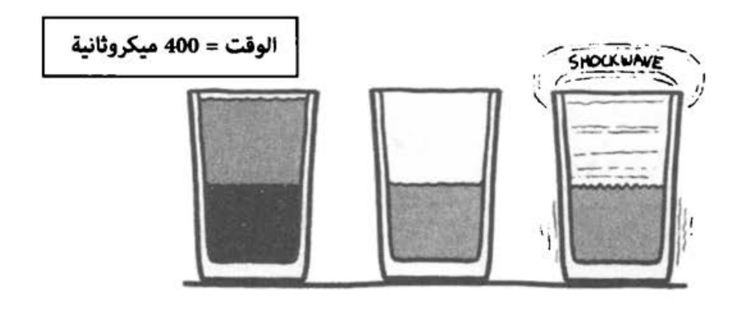
(1) حتى الفراغ لا يكون فارغاً حقاً كما يُزعَم، ولكن تلك مسألة نتركها لعلم دلالات ميكانيكا الكم.

في الغالب، تهتز جزيئات الهواء بسرعات تبلغ بضعة مئات من الأمتار في الثانية. ولكن في أي وقت من الأوقات، يحدث أن بعض الجزيئات تتحرك أسرع من غيرها. القلة الأسرع تتحرك بسرعة تفوق 1000 متر في الثانية. وستكون هي أول من ينساب داخل الفراغ في الكأس الذي إلى اليمين.

الفراغ إلى اليسار محاط بحواجز، لذلك لا تستطيع جزيئات الهواء الدخول بسهولة. ونظراً لأن الماء سائل، فهو لا يتمدد بالطريقة التي يتمدد بها الهواء. من ناحية أخرى، في فراغ الكأسين، يبدأ الماء بالغليان، ببطء مرسلاً بخار ماء إلى داخل الحيز الفارغ.

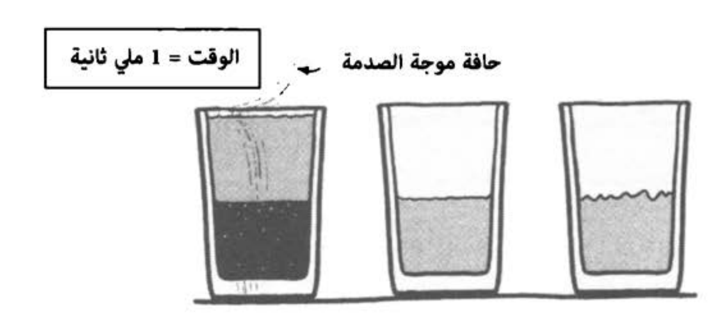


في حين أن الماء الذي على السطح في كلا الكأسين يبدأ بالغليان، فإن الهواء المندفع إلى الداخل، في الكأس الذي إلى اليمين، يوقفه قبل أن يواصل بدأ بالغليان فعلياً. ويستمر الكأس إلى اليسار بالامتلاء بضباب خافت جداً من بخار الماء.

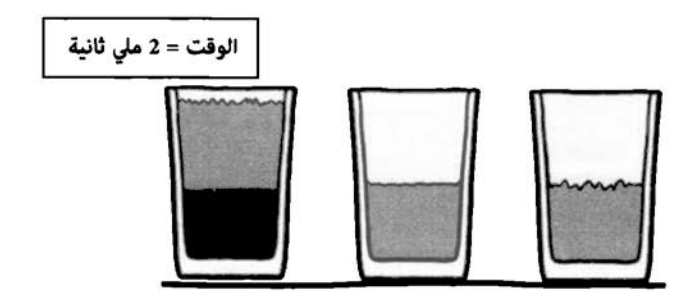


بعد بضعة مئات من الميكروثوانٍ، يقوم الهواء المندفع إلى داخل الكأس، الذي إلى اليمين، بملء الفراغ بشكل كامل ويرتطم بسطح الماء، مرسلاً موجة ضغط عبر السائل.

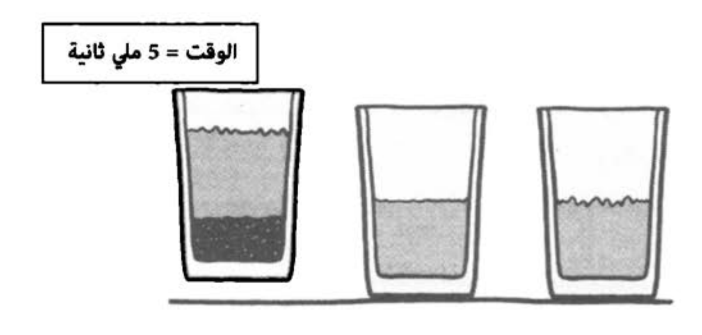
وتنتفخ جوانب الكأس انتفاخاً طفيفاً، ولكنها تحتوي الضغط ولا تنكسر. وترتد موجة صدمة عبر الماء عائدة نحو الهواء، مشارِكة في الاضطراب الموجود من قبل.



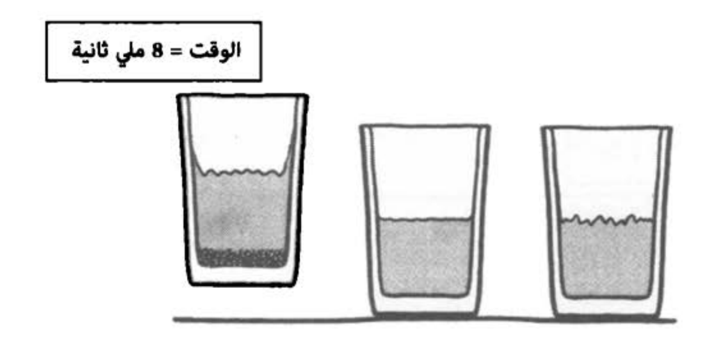
يستغرق انهيار موجة الصدمة من الفراغ حوالى ملي ثانية لكي تنتشر عبر الكأسين الآخرين. وينحني الكأس والماء كلاهما انحناء طفيفاً عندما تمر الموجة عبرهما. وفي غضون بضعة ملي ثانية أخرى، تصل إلى آذان البشر كدوي قوي.



حول هذا الوقت، يبدأ الكأس إلى اليسار بالارتفاع بصورة مرئية إلى الهواء. ويحاول ضغط الهواء أن يعصر الكأس والماء معاً. هذه هي القوة التي نعتبر أنها شفط. إن الفراغ إلى اليمين لم يدم وقتاً طويلاً بما يكفي لكي يعمل الشفط على رفع الكأس، ولكن نظراً لأن الهواء يدخل إلى داخل الفراغ إلى اليسار، فإن الكأس والماء يبدآن بالانزلاق نحو بعضهما البعض.

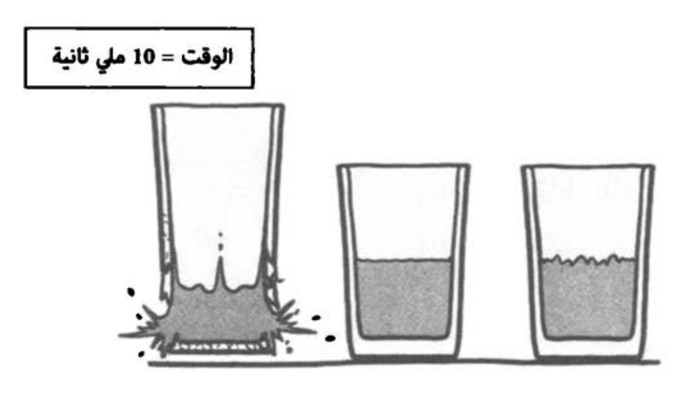


ملأت المياه التي تغلي الفراغ بكمية قليلة جداً من بخار الماء. وفي الوقت الذي يصبح فيه الحيز أصغر، فإن تراكم بخار الماء يؤدي إلى زيادة الضغط بشكل تدريجي على سطح الماء. وفي نهاية المطاف، سوف يؤدي هذا إلى إبطاء الغليان، تماماً كما يفعل ضغط هواء أعلى.



من ناحية أخرى، يتحرك الكأس والماء الآن بسرعة كبيرة جداً بحيث لا يكون لتراكم البخار أي أهمية. أقل من 10 ملي ثانية بعد بدء الساعة، إنهما يطيران نحو بعضهما البعض بسرعة أمتار عديدة في الثانية. وبدون وسادة من الهواء بينهما - فقط بضع خيوط رفيعة من البخار - يندفع الماء بصورة مفاجئة وعنيفة نحو قاع الكأس مثل مطرقة.

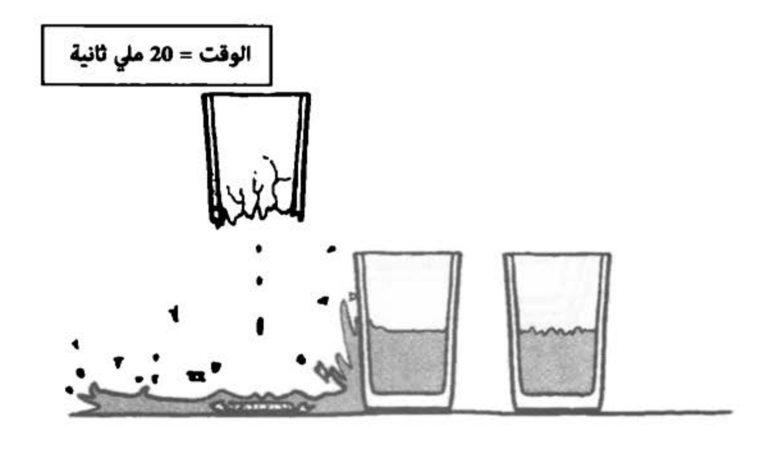
إن الماء غير قابل للانضغاط، تقريباً، لذا لا يتوزع الارتطام على الوقت - إنه يأتي كصدمة حادة منفردة، وتكون القوة اللحظية على الكأس هائلة، وينكسر.

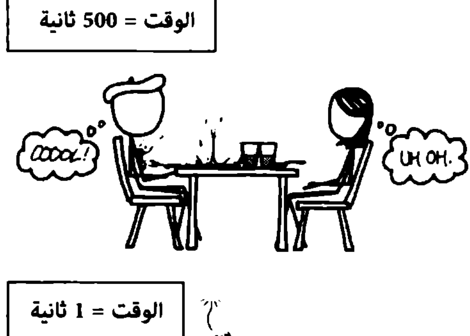


ومن الممكن مشاهدة أثر «مطرقة الماء» هذا (والمسؤول أيضاً عن صوت «الطرقعة» الذي تسمعه في المواسير القديمة عندما تغلق الصنبور) في حيلة الحفلة المعروفة جيداً والمتمثلة في صفع قمة زجاجة لنسف القاع.

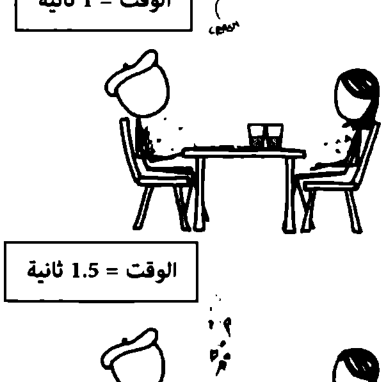
عندما تُضرَب الزجاجة، يتم دفعها فجأة نحو الأسفل، والسائل الذي في الداخل لا يستجيب للشفط (ضغط الهواء) مباشرة -يشبه إلى حد كبير ما يحدث في السيناريو الخاص بنا- وتحدث فجوة لفترة وجيزة. إنها فراغ صغير -بسماكة بضعة أعشار من الإنش- ولكن عندما تنغلق، تؤدي الصدمة إلى كسر قاع الزجاجة.

في حالتنا، سوف تكون القوى أكثر من كافية لتدمير حتى أثقل كؤوس الشرب.





يُحمَل القاع نحو الأسفل بواسطة الماء ويضرب الطاولة محدثاً صوتاً هائلاً. وينتشر الماء في كل مكان حوله، مُطلقاً رذاذاً من نقاط الماء وشظايا الزجاج في كافة الاتجاهات.



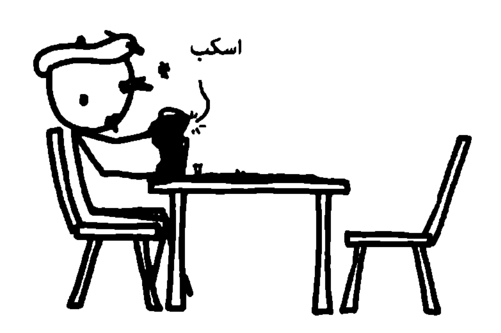
في تلك الأثناء، يستمر الجزء العلوي المنفصل من الكأس بالارتفاع.

بعد نصف ثانية، يبدأ المراقبون، عند سماعهم صوت فرقعة، بالتراجع، ورؤوسهم ترتفع بصورة لاإرادية لتتبع حركة ارتفاع الكأس.

يكون للكأس ما يكفي من السرعة ليرتطم بالسقف، متحطماً إلى شظايا ...

والتي، استنفِد الآن زخمها، تعود إلى الطاولة.

العبرة: إذا كان المتفائل يقول إن الكأس نصف ممتلئ، والمتشائم يقول إن الكأس نصف فارغ، فإن الفيزيائي يخفض رأسه تفادياً.



أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 5

س. إذا كانت ظاهرة الاحترار العالمي تضعنا في خطر ارتفاع الحرارة، وتضعنا البراكين الفائقة في خطر التبريد العالمي، ألا ينبغي أن يوازن هذان الخطران بعضهما البعض؟

إذا مكثنا هنا في الخارج وقتاً أطول، سوف نُصاب بقضمة صقيع!

الحمى سوف تُبطل ذلك، أليس كذلك؟ أمر جيد أنني لم أتلقَ تطعيم الإنفلونزا.

س. ما مدى السرعة التي ينبغي أن يركض بها الإنسان لكي يُقطَع من النصف عند السرة بواسطة سلك قطع الجبن؟

- جون ميريل

AAAAAAAAAAAAA!!!



فلكيون من كوكب آخر

س. دعنا نفترض أنه توجد حياة على أقرب كوكب خارج المجموعة الشمسية، وأن لديهم تكنولوجيا مماثلة لتكنولوجيتنا. لو نظروا إلى نجمنا الآن، ماذا سيرون؟

- تشك إتش

الجواب



لنحاول الحصول على إجابة مكتملة أكثر. سوف نبدأ مع ...

البث الإذاعي

لقد جعل فيلم اتصال (Contact) من فكرة أن غرباء من كوكب آخر يتنصتون على وسائط البث لدينا فكرة تحظى بشعبية. وللأسف، الاحتمالات ضد هذه الفكرة.

هنا تكمن المشكلة: الفضاء شاسع حقاً.

يمكنك مواجهة المشكلة من خلال تحليل فيزياء توهين إشارات الراديو في الفضاء الخارجي[1]. إلا أنه من الممكن تصوير المشكلة بنجاح من خلال أخذ اقتصاديات الوضع بالاعتبار: إذا كانت إشارات تلفزيونك تصل إلى نجم آخر، فأنت تهدر النقود، إذ أن تزويد المُرسِل بالطاقة هو أمر مكلف، كما أن المخلوقات الموجودة على النجوم الأخرى لا تشتري المنتجات التي تظهر في الدعايات التلفزيونية التي تدفع فاتورتك الكهربائية.

الصورة الكاملة معقدة أكثر، ولكن النقطة الأساسية تتمثل في أنه مع تقدم تكنولوجيتنا، فإن قدراً أقل من حركة اتصالاتنا اللاسلكية يتسرب نحو الفضاء. إننا نوقف العمل في هوائيات الإرسال العملاقة ونتحول إلى الكيبلات والألياف وشبكات أبراج الخلويات المركزة بإحكام.

وفي حين أن إشارات التلفزيون الخاصة بنا ربما كانت قابلة للكشف -بجهد كبير- لفترة من الوقت، فإن تلك النافذة آخذة في الانغلاق. وحتى في أواخر القرن العشرين، عندما كنا نستخدم التلفزيون والراديو لنصرخ في الفراغ بأعلى صوتنا، فربما أن الإشارة كانت تتلاشى إلى درجة لا تسمح بالكشف عنها بعد عدة سنوات ضوئية. إن ما رصدناه من كواكب خارج المجموعة الشمسية، صالحة للحياة، تبعد عنا عشرات السنوات الضوئية. لذا، فإن الاحتمالات هي أنهم حالياً لا يقومون بتكرار شعاراتنا[2].

ولكن إرسال التلفزيون والبث الإذاعي لم يكونا أقوى إشارات لاسلكية في الأرض. فقد طغت عليها الإشارات من أجهزة رادار الإنذار المبكر.

---

(1) أعني، إن أردت ذلك.

(2) خلافاً لادعاءات أطلقها بعض رسامي الكاريكاتير على الإنترنت.

لقد كان رادار الإنذار المبكر، وهو نتاج الحرب الباردة، يتألف من حفنة من المحطات الأرضية والمحمولة جواً، والمبعثرة في منطقة القطب الشمالي. وكانت هذه المحطات تجتاح الغلاف الجوي بموجات رادارية 24/7، وذلك، في الغالب، بجعلها ترتد عن طبقة الأيونسفير، وكان الناس يرصدون الصدى بقلق شديد بشأن أي بوادر لتحرُّك العدو[1].

كانت إشارات الرادار هذه تتسرب إلى الفضاء، ومن الممكن أن تكون قد التقِطَت من قِبل كواكب قريبة خارج المجموعة الشمسية، لو صدف أنهم كانوا يتنصتون عندما اجتاحت الإشارات الجزء الخاص بهم من السماء. ولكن سيرة التقدم ذاتها التي جعلت من أبراج البث التلفزيوني أمراً عفا عليه الزمن، كان لها الأثر ذاته على رادارات الإنذار. إن الأنظمة المعاصرة -إن كانت موجودة أصلاً- هي أكثر هدوءاً، وربما يتم في نهاية المطاف استبدالها كلياً بتكنولوجيا جديدة.



إن أقوى إشارة لاسلكية على الكرة الأرضية هي الإشارة الموجهة من تلسكوب أريسيبو. وهذا الطبق الكبير، في بورتوريكو، يستطيع أن يعمل كمرسل رادار، حيث

(1) لم أكن حياً أثناء معظم هذه الفترة، ولكن مما أسمع، كان الوضع متوتراً.

يرسل إشارة لأهداف قريبة، مثل عطارد وحزام الكويكبات. إنه، بصورة أساسية، عبارة عن مصباح كاشف نقوم بتسليطه على كواكب لكي نراها بصورة أفضل. (وهذا مجرد جنون تماماً كما يبدو.)

من ناحية أخرى، فهو يُرسِل فقط من حين لآخر، وفي شعاع ضيق. وإذا حدث أن كوكباً خارجاً عن النظام الشمسي أصِيبَ بالشعاع، وكان سكانه محظوظين بما فيه الكفاية في أنهم كانوا يوجهون هوائياً مُستقبِلاً نحو زاويتنا في السماء في ذلك الوقت، فإن كل ما سيلتقطونه سيكون نبضة قصيرة من الطاقة اللاسلكية، ثم سكون[1].

وهكذا، فإن الغرباء الافتراضيين من كواكب أخرى، والذين ينظرون إلى الأرض، لن يلتقطونا بواسطة هوائيات لاسلكية.

ولكن هناك أيضاً ...

الضوء المرئي

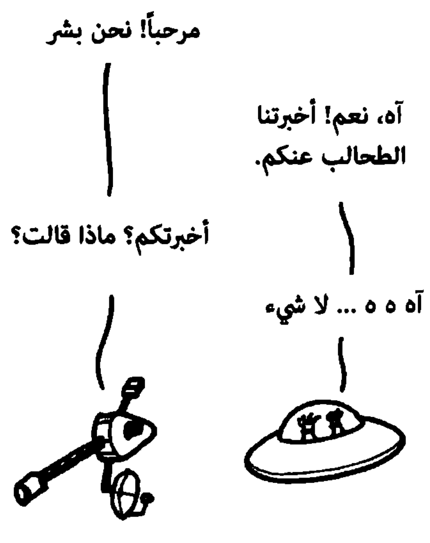
هذا واعد أكثر. إن الشمس متألقة فعلياً،[بحاجة لمصدر] وضوؤها ينير الأرض.[بحاجة لمصدر] بعض ذلك الضوء يتم عكسه ليعود إلى الفضاء بوصفه «إشراق الأرض». وبعض منه يمر بسرعة بقرب كوكبنا ويمر عبر الغلاف الجوي قبل مواصلة طريقه نحو النجوم. ومن الممكن الكشف عن كِلا هذين الأثرين من قِبل كوكب خارج المجموعة الشمسية.

سوف لن تحدثك بأي شيء عن البشر مباشرة، ولكن إن راقبت الأرض لفترة طويلة بما فيه الكفاية، تستطيع أن تكتشف الكثير عن غلافنا الجوي من الانعكاسية. وربما يمكنك أن تستنتج كيف تبدو دورتنا المائية، وسوف يعطيك غلافنا الجوي الغني بالأكسجين إشارة تدل على أن أمراً غريباً كان يحدث هنا.

لذلك، فإن الإشارة الأوضح من الأرض قد لا تكون منّا مطلقاً. وربما تكون من الطحالب التي ما فتئت تستصلح كوكب الأرض –ومغيّرة الإشارات التي نرسلها إلى الفضاء– طوال مليارات من السنين.

---

(1) وهو تماماً ما رأيناه ذات مرة في العام 1977. لم يتم أبداً تحديد مصدر الإشارة لهذه النبضة على شاشة رادار، (والتي سُميت «إشارة واو Wow Signal»).



هيه، أنظر إلى الوقت. ينبغي أن أذهب بسرعة.

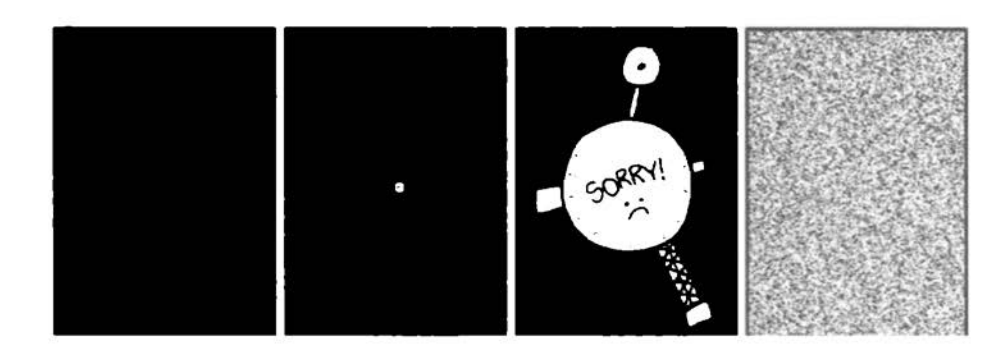
بطبيعة الحال، لو أردنا أن نرسل إشارة أوضح، لكان بإمكاننا أن نفعل ذلك. وتوجد مشكلة في بث الراديو تتمثل بأنه يتعين عليهم أن يكونوا منتبهين عندما يصل البث.

وبدلاً من ذلك، يمكننا أن نجعلهم ينتبهون، إذ أننا بواسطة محركات أيونية أو دفع نووي أو بمجرد استخدام ذكي لبئر جاذبية الشمس، ربما نكون قادرين على إرسال مسبار خارج النظام الشمسي سريعاً بما يكفي للوصول إلى نجم قريب معين في بضع عشرات من آلاف السنين. وإذا استطعنا استنباط طريقة لصنع نظام توجيه قادر على البقاء طوال الرحلة (التي ستكون قاسية)، يمكننا أن نستخدمه للتوجيه نحو كوكب مأهول.

وللهبوط بأمان، سيتعين علينا أن نبطئ سرعتنا، ولكن الإبطاء يستهلك قدراً أكبر من الوقود حتى. مهلاً، إن القصد من كل هذا هو جعلهم يلاحظوننا، أليس كذلك؟

لذا، ربما إذا نظر أولئك الغرباء نحو نظامنا الشمسي، فهذا ما سيرونه:




SORRY!

لا حمضا نوويا (دي إن إيه) بعد الآن

س. قد يكون هذا مروعاً قليلاً، ولكن ... إذا اختفى الحمض النووي (دي إن إيه) لشخص ما فجأة، كم سيبقى ذلك الشخص على قيد الحياة؟

- نينا تشاريست

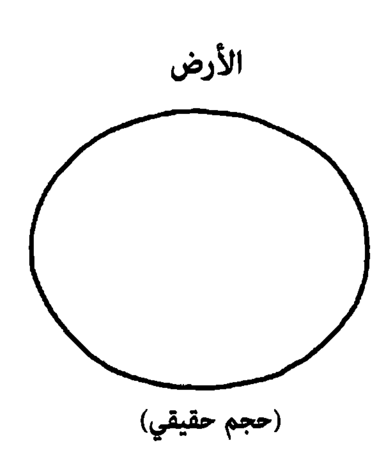
ج. إذا فقدت حمضك النووي، فسوف تكون بصورة فورية أخف بحوالى ثلث باوند.

فقدان ثلث باوند

لا أنصحك بهذه الاستراتيجية. هناك طرق أسهل لكي تفقد ثلث باوند، بما في ذلك:

- خلع قميصك
- التبول
- قص شعرك (إذا كان لديك شعر طويل جداً)
- التبرع بالدم، ولكن وضع عقدة في أداة سحب الدم من الوريد حالما يتم سحب 150 مللتراً، وعدم السماح لهم بأخذ أي كمية أكبر
- إمساك بالون قطره 3 أقدام مليء بالهيليوم
- إزالة أصابعك

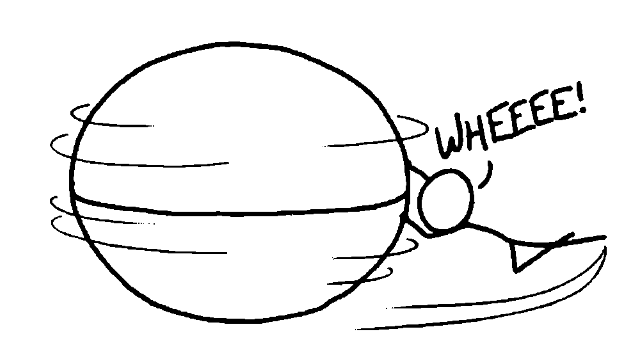
سوف تفقد أيضاً ثلث باوند إذا قمت برحلة من المنطقة القطبية إلى المنطقة الاستوائية. هذا يحدث لسببين: أولاً، شكل الأرض هكذا:



(حجم حقيقي)

عندما تقف على القطب الشمالي، تكون 20 كيلومتراً أقرب إلى مركز الأرض مما لو كنت تقف على خط الاستواء، وسوف تشعر بسحب أكبر من الجاذبية.

علاوة على ذلك، إذا كنت على خط الاستواء، فسوف تكون مدفوعاً نحو الخارج من قِبل قوة طرد مركزي[1].



(1) نعم «طرد مركزي.» سوف أحاربك.

تتمثل نتيجة هاتين الظاهرتين في أنك إذا تنقَّلت بين المناطق القطبية والمناطق الاستوائية، فقد تفقد، أو تكسب، ما يصل إلى حوالى نصف بالمائة من وزن جسمك.

والسبب في أنني أركز على الوزن هو أنه إذا اختفى حمضك النووي (دي إن إيه)، فلن يكون الفقدان المادي للمادة هو أول شيء قد تلاحظه. فمن الممكن أن تشعر بشيء ما -موجة صدمة طفيفة موحدة، حيث أن كل خلية ستنكمش قليلاً- ولكن ربما لا.

إذا كنت واقفاً عندما فقدت حمضك النووي (دي إن إيه)، فربما تنتفض قليلاً. إذ أنك عندما تكون واقفاً، فإن عضلاتك تعمل باستمرار لكي تُبقيك منتصباً. والقوة المبذولة من الألياف العضلية هذه لن تتغير، ولكن الكتلة التي تقوم تلك الألياف بسحبها -أطرافك- سوف تتغير. ونظراً لأن القوة = الكتلة × التسارع، فإن أجزاء متنوعة من الجسم سوف تتسارع.

بعد ذلك، من المحتمل أن تشعر بأنك طبيعي جداً.

لفترة من الوقت.

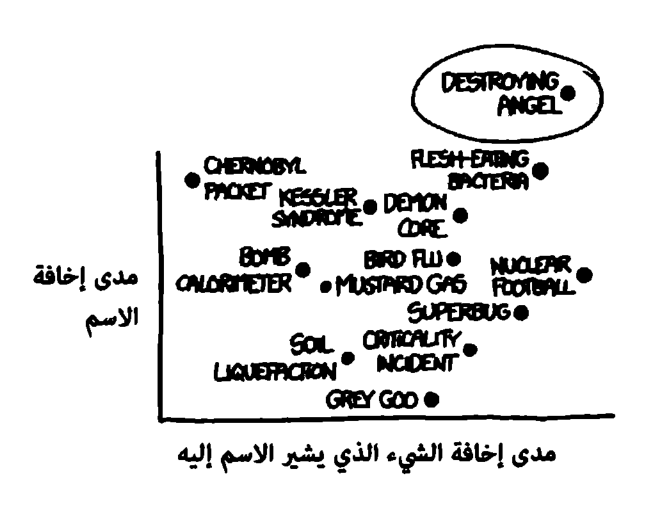
الملاك المدمر

ليس هناك في أي وقت مضى من فقد جميع حمضه النووي (دي إن إيه)[1]، لذا، لا نستطيع أن نؤكد ما سيكون التسلسل الدقيق للعواقب الطبية. ولكن من أجل الحصول على فكرة عما قد يكون، دعنا نتحول إلى التسمم بالفطر.

أمانيتا بيسبورغيرا هو نوع من الفطر يوجد في شرق أميركا الشمالية. ويعرَف، جنباً إلى جنب مع أنواع ذات صلة في أمريكا وأوروبا، بالاسم الشائع **الملاك المدمر** **(destroying angel)**.

---

(1) ليس لدي مصدر لهذا، ولكنني أشعر بأننا كنا قد سمعنا عن ذلك.



مدى إخافة الشيء الذي يشير الاسم إليه

الملاك المدمِّر هو فطر صغير أبيض عديم الضرر، ظاهرياً. فإذا كنت مثلي، وقيل لك لا تأكل أبداً فطراً تجده في الغابة، فإن أمانيتا هو السبب في ذلك[1].

إذا أكلت الملاك المدمِّر، فإنك سوف تشعر بأنك بخير لبقية اليوم. وفي وقت لاحق من تلك الليلة، أو في الصباح التالي، سوف تبدأ أعراض شبيهة بأعراض الكوليرا بالظهور عليك - تقيؤ وألم في البطن وإسهال شديد. ثم تبدأ بالشعور بالتحسن.

عند تلك المرحلة التي تبدأ فيها بالشعور بالتحسن، من المحتمل أن يكون الضرر لا رجعة فيه. يحتوي فطر أمانيتا على مادة **أماتوكسين**، والتي ترتبط بإنزيم يُستخدم لقراءة المعلومات من الحمض النووي. وهي تقيد الإنزيم، معطلة بطريقة فعالة العملية التي من خلالها تقوم الخلايا بتنفيذ تعليمات الحمض النووي.

تسبب مادة أماتوكسين أضراراً لا رجعة فيها لجميع الخلايا التي تتجمع فيها. وكون معظم خلايا جسمك مكونة من خلايا[2]، فهذا أمر سيء. فعادة ما يحدث الموت بسبب فشل الكبد أو بسبب فشل كلوي، نظراً لأن هذين العضوين هما أول عضوين

(1) هناك عدة فصائل من أمانيتا غينس تدعى «الملاك المدمِّر» وهي -إضافة إلى أمانيتا آخر يدعى «قبعة الموت»- مسؤولة عن الغالبية العظمى لحالات التسمم بالفطر القاتلة.

(2) المصدر: جعلتُ أحد أصدقائك يتسلل إلى غرفتك مع مجهر بينما كنت نائماً، ويتأكد.

حساسين تتراكم فيها المادة السامة. أحياناً يمكن أن تكون العناية المركزة وزراعة الكبد كافيتين لإنقاذ المريض، ولكن نسبة كبيرة من أولئك الذين يأكلون فطر أمانيتا يموتون.

الأمر المخيف بشأن التسمم بأمانيتا هو مرحلة «الشبح الذي يسير walking ghost» - الفترة التي تبدو فيها أنك بخير (أو تتحسن)، ولكن خلاياك تُراكم أضراراً قاتلة ولا رجعة فيها.

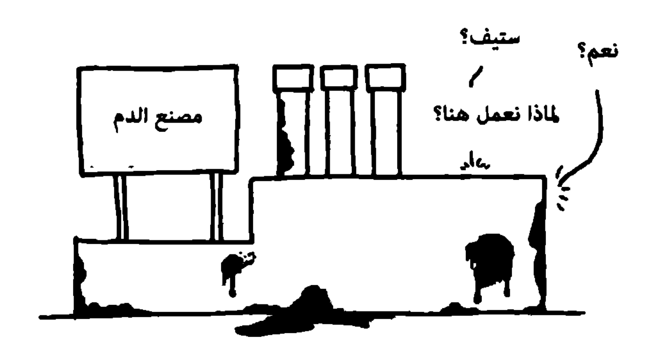
هذا النمط نموذجي لتدمير الحمض النووي (دي إن إيه)، ومن المرجح أن نرى شيئاً كهذا عند شخص فقد كل حمضه النووي.

وتكون الصورة أكثر وضوحاً في مثالين آخرين لتدمير الحمض النووي: العلاج الكيماوي والأشعة.

الأشعة والعلاج الكيماوي

تعتبر أدوية العلاج الكيماوي أدوات عديمة الحساسية. فبعضها موجَّهة بدقة أكبر من غيرها، ولكن الكثير منها تقوم، ببساطة، بتعطيل انقسام الخلية بصورة عامة. والسبب في أن هذا يؤدي إلى قتل الخلايا السرطانية بصورة انتقائية، بدلاً من إيذاء المريض والخلايا السرطانية على قدم المساواة، يكمن في أن خلايا السرطان تنقسم طوال الوقت، في حين أن معظم الخلايا العادية تنقسم من حين لآخر.

هناك بعض خلايا الجسم التي تنقسم بصورة مستمرة. الخلايا الأسرع انقساماً توجد في نخاع العظم، المصنع الذي يُنتِج الدم.



لنخاع العظم دور مركزي في نظام المناعة البشري، أيضاً، فبدونه، نفقد قدرتنا على إنتاج خلايا الدم البيضاء، وينهار نظامنا المناعي. ويؤدي العلاج بالأشعة إلى تدمير نظامنا المناعي، الأمر الذي يجعل مرضى السرطان معرضين للعدوى الضالة[1].

هناك أنواع أخرى من الخلايا التي تنقسم بسرعة في الجسم. فخلايا بصيلات الشعر وبطانة المعدة تنقسم، أيضاً، باستمرار، وذلك هو السبب في أن العلاج الكيماوي يمكنه أن يسبب فقدان الشعر والغثيان.

يعمل دوكسوروبيسين، أحد أكثر عقاقير العلاج الكيماوي شيوعاً وقوة، من خلال ربط أجزاء عشوائية من الحمض النووي مع بعضها البعض ليجعلها متشابكة. وذلك يشبه تقطير مادة لاصقة (سوبرغلو) فائقة القوة على كرة من خيط الغزل. إنه يربط الحمض النووي محولاً إياه إلى شيء متشابك لا فائدة ترجى منه[2]. وتتمثل الآثار الجانبية الأولية لعقار دوكسوروبيسين، في الأيام الأولى القليلة بعد العلاج، بالغثيان والتقيؤ والإسهال - وهو أمر منطقي، نظراً لأن العقار يقتل الخلايا في القناة الهضمية.

سوف يسبب فقدان الحمض النووي موتاً مماثلاً للخلايا، وربما أعراضاً مماثلة.

الأشعة

إن كميات كبيرة من أشعة غاما تسبب، أيضاً، أضراراً لحمضك النووي. وربما أن التسمم بالأشعة يمثل ذلك النوع من الإصابة في الحياة الحقيقية التي تشبه سيناريو نينا. والخلايا الأكثر حساسية للأشعة هي، كما هو الحال مع العلاج الكيماوي، تلك الموجودة في نخاع العظم، تليها تلك الموجودة في القناة الهضمية[3].

---

(1) تعمل أدوية التعزيز المناعي مثل بيغفيلغراستيم (نيولاستا) على جعل جرعات العلاج الكيماوي أكثر أماناً. وهي تحفز إنتاج خلايا الدم البيضاء وذلك، في الواقع، بواسطة خداع الجسم بجعله يظن أنه يتعرض لالتهاب حاد بسبب البكتيريا الإشريكية القولونية يجب عليه أن يكافحه.

(2) على الرغم من أنه مختلف قليلاً، إذا سكبت قطرات من سوبر غلو على خيط من القطن، فإنه سوف يشتعل.

(3) الجرعات المرتفعة للغاية من الأشعة تقتل الناس بسرعة، ولكن ليس بسبب تلف الحمض النووي، بل، بدلاً من ذلك، لأنها تقوم مادياً بإذابة الحاجز الدموي الدماغي، ما يؤدي إلى الموت السريع من النزيف الدماغي.

التسمم بالأشعة، كما هو الحال في التسمم بفطر الملاك المدمِّر، يمر بفترة كامنة - مرحلة «الشبح الذي يسير». هذه هي الفترة التي يكون فيها الجسم لا يزال يعمل، ولكن لا يمكن تركيب بروتينات، وجهاز المناعة آخذ بالانهيار.

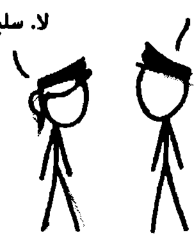
في حالات التسمم بالأشعة الحادة، يكون انهيار جهاز المناعة هو السبب الرئيسي للوفاة. وبدون إمدادات من خلايا الدم البيضاء، لا يستطيع الجسم أن يحارب العدوى، وتستطيع أي بكتيريا عادية الدخول إلى الجسم وتنطلق بحرية ولا يمكن السيطرة عليها.

النتيجة النهائية

ولكنني أحب أعضائي

من المرجح جداً أن يؤدي فقدان حمضك النووي إلى ألم في البطن وغثيان ودوخة وانهيار سريع لجهاز المناعة والموت في غضون أيام أو ساعات، إما من مرض شامل سريع أو اختلال عضوي شامل.

من ناحية أخرى، ربما يكون هناك جانب مضيء واحد، على الأقل. إن انتهى بنا الأمر بمستقبل بائس حيث تقوم حكومات أورويلية بجمع المعلومات الوراثية الخاصة بنا وتستخدمها لتعقبنا والتحكم بنا ...



... فسوف تكون غير مرئي.

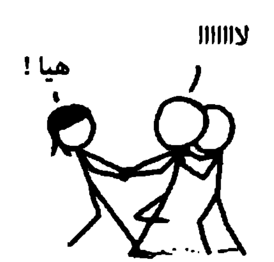
سيسنا الفضاء الخارجي

س. ماذا من الممكن أن يحدث لو حاولتَ أن تجعل طائرة عادية من كوكب الأرض تطير فوق أجرام مختلفة للمجموعة الشمسية؟

- غلين كياكييري

ج. ها هي طائرتنا[1]:





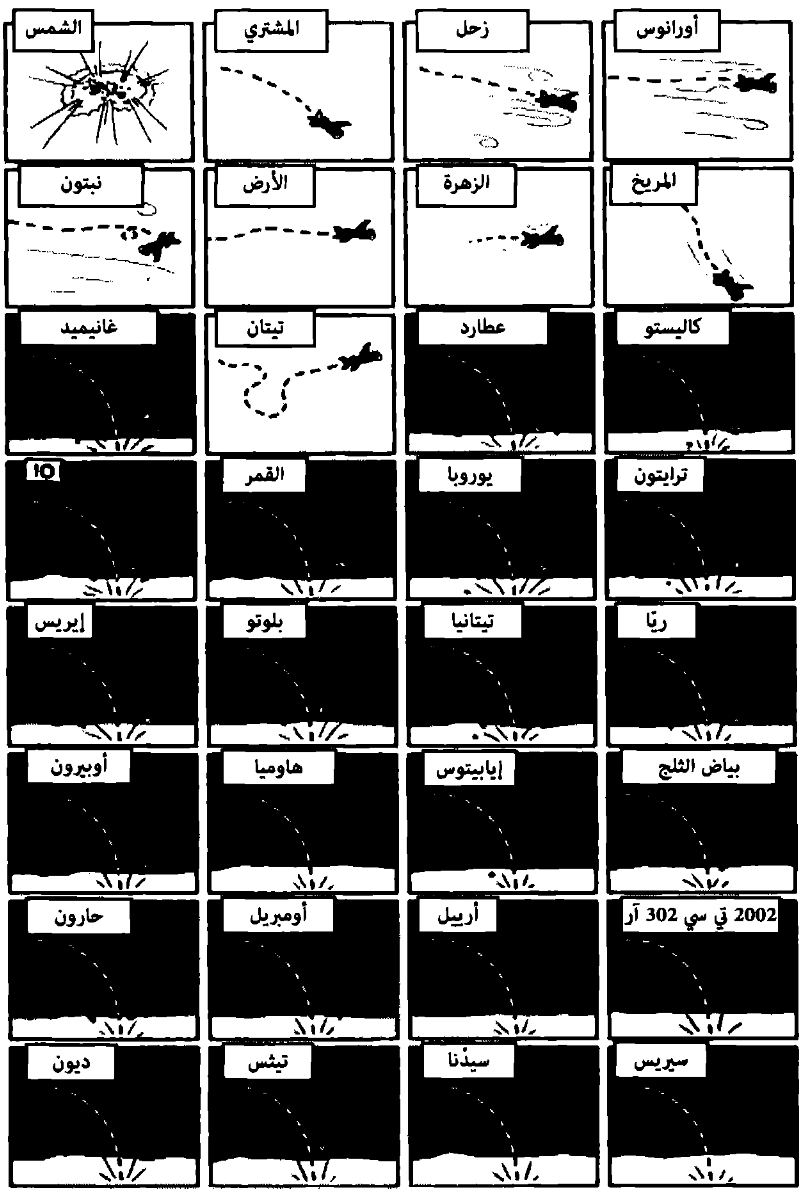
ينبغي علينا أن نستخدم محركاً كهربائياً، وذلك لأن محركات البنزين تعمل فقط بالقرب من كواكب خضراء. وفي عوالم بدون نباتات، لا يبقى الأكسجين في الغلاف الجوي - إنه يتحد مع عناصر أخرى ليكوِّن مواد مثل ثاني أكسيد الكربون والصدأ. وتقوم النباتات بعكس

---

(1) ربما أن سيسنا 172 سكاي هوك هي الطائرة الأكثر شيوعاً في العالم.

هذه العملية من خلال نزع الأكسجين، مرة أخرى، وضخه في الهواء. فالمحركات تحتاج إلى وجود الأكسجين في الهواء لكي تعمل[1].

وها هو طيارنا:



(1) كما أن البنزين مصنوع من نباتات قديمة.

إليك ما سوف يحدث إذا تم إطلاق طائرتنا من فوق سطح أكبر 32 جرماً سماوياً في المجموعة الشمسية.

في معظم الحالات، لا يوجد غلاف جوي، وسوف تسقط الطائرة مباشرة نحو الأرض. وإذا أسقِطَت من ارتفاع 1 كيلومتر، أو أقل، فإن الارتطام، في عدد قليل من الحالات، سوف يكون بطيئاً بما يكفي بحيث يتمكن الطيار من البقاء على قيد الحياة - على الرغم من أن أجهزة دعم الحياة ربما لن تنجو.

هناك تسعة أجرام سماوية في المجموعة الشمسية ذات أغلفة جوية كثيفة بما يكفي لتكون ذات أهمية:

الأرض -بصورة بديهية- والمريخ، والزهرة، والعمالقة الغازية الأربعة، وقمر زحل تيتان، والشمس. دعنا نلقي نظرة عن كثب على ما سوف يحدث لطائرة ما على كل منها.

الشمس: سوف تجري الأمور، تقريباً، كما قد تتخيل. فإذا أطلِقَت الطائرة في مكان قريب إلى الشمس بما يكفي لكي تشعر بغلافها الجوي بأي قدر، فإنها سوف تتبخر في أقل من ثانية.

المريخ: لمعرفة ما قد يحدث لطائرة ما على المريخ، نتحول إلى إكس بلين (X-Plane). يعتبَر إكس بلين برنامج محاكاة الطيران الأكثر تقدماً في العالم. إنه نتاج 20 عاماً من العمل الدؤوب بهوس من قِبل خبراء متحمسين متخصصين في علوم الطيران[1]، وجماعة من الداعمين. وهو، في الواقع، يحاكي تدفق الهواء على كل قطعة من جسم الطائرة أثناء طيرانها، وهذا يجعلها أداة بحث قيّمة، نظراً لأنها تستطيع محاكاة تصاميم طائرات جديدة كلياً - وكذلك بيئات جديدة.

على وجه الخصوص، إذا قمتَ بتغيير ملف إعداد إكس بلين لتقليل الجاذبية وجعل الغلاف الجوي رقيقاً وتقليص قطر الكوكب، فيمكنه محاكاة الطيران على المريخ.

(1) الذين يستخدمون مفتاح الأحرف الكبيرة «caps lock» كثيراً عندما يتحدثون عن الطائرات.

ويخبرنا برنامج إكس بلين أن الطيران على المريخ هو أمر صعب، ولكنه ليس مستحيلاً. إن ناسا تعرف ذلك، وقد درسَت إمكانية مسح المريخ بواسطة طائرة. ويتمثل الأمر الصعب في أنه مع القليل جداً من الغلاف الجوي، ولكي تحصل على أي رفع للأعلى، ينبغي عليك أن تسير بسرعة كبيرة، وينبغي عليك أن تقترب من سرعة 1 ماخ فقط من أجل أن ترتفع عن سطح المريخ، وعندما تبدأ بالتحرك، سوف يكون لديك قصور ذاتي كبير جداً إلى درجة أنه يكون من الصعب تغيير المسار - وإذا قمت بالدوران، تدور طائرتك ولكنها تستمر في التحرك في الاتجاه الأصلي. وقد قرن مصمِّم إكس بلين قيادة طائرة على المريخ بالطيران بواسطة عابرة محيطات منتظمة بسرعات فوق صوتية.

لن تكون سيسنا 172 خاصتنا على مستوى التحدي. فإذا أُطلِقَت من ارتفاع 1 كم، فلن تُراكِم سرعة كافية لمنعها من السقوط، وسوف ترتطم بأرض المريخ بسرعة تزيد عن 60 م/ث (135 ميل/ ساعة). وإذا تُركَت تسقط من ارتفاع 4-5 كيلومترات، فيمكنها أن تكتسب ما يكفي من السرعة لتهبط بدون استخدام المحركات - بسرعة تزيد عن نصف سرعة الصوت. ولن تكون النجاة من الهبوط ممكنة.

الزهرة: للأسف، إكس بلين غير قادرة على محاكاة البيئة الجهنمية لسطح الزهرة. ولكن الحسابات الفيزيائية تعطينا فكرة عن ما يمكن أن يكون عليه الطيران هناك. والنتيجة هي: سوف تطير طائرتك بطريقة جيدة جداً، سوى أنها ستكون ملتهبة طوال الوقت، ومن ثم سوف تتوقف عن الطيران، ومن ثم تتوقف عن كونها طائرة.

إن كثافة الغلاف الجوي على كوكب الزهرة أكبر من كثافة الغلاف الجوي على الأرض بـ 60 مرة. إنه كثيف إلى درجة أن سيسنا التي تتحرك بسرعة الهرولة يمكنها أن ترتفع في الهواء. وللأسف، ذلك الهواء ساخن بما يكفي لصهر الرصاص، وسوف يبدأ الدهان بالانصهار في غضون ثوانٍ، وسوف تتعطل مكونات الطائرة بسرعة، وتهبط بلطف نحو أرض الزهرة أثناء تفككها تحت وطأة إجهاد الحرارة.

إن الطيران فوق السحب من شأنه أن يشكِّل مخاطرة أفضل. ففي حين أن سطح كوكب الزهرة فظيع، فإن غلافها الجوي العلوي يشبه الأرض بصورة مثيرة للاستغراب. وعلى ارتفاع 55 كيلومتراً، يستطيع الإنسان أن يبقى على قيد الحياة باستخدام قناع أكسجين

وبذلة غطس، فالهواء بدرجة حرارة الغرفة، والضغط مماثل لذلك الموجود على جبال كوكب الأرض. بيد أنك سوف تحتاج إلى بذلة الغطس لحمايتك من حمض الكبريتيك[1].

الحمض ليس شيئاً ظريفاً، ولكن يتبين أن المنطقة فوق السحب تمثل بيئة رائعة لأي طائرة، طالما أنه ليس لها معدن مكشوف ليتآكل من قِبل حمض الكبريتيك. وأن تكون قادرة على الطيران في رياح منتظمة بمستوى إعصار من الفئة 5، وهذا أمر آخر نسيت أن أذكره سابقاً.

كوكب الزهرة مكان مروِّع.

المشتري: لن تكون سيسنا خاصتنا قادرة على الطيران في المشتري، فالجاذبية قوية جداً، والقدرة اللازمة للاحتفاظ بطيران مستوٍ تحت وطأة جاذبية المشتري تبلغ ثلاثة أضعاف تلك التي على الأرض. مبتدئين من ضغط جوي ودِّي، سوف نتسارع خلال الرياح المضطربة بانزلاق نحو الأسفل بسرعة 275 م/ث (600 ميل/ ساعة)، أعمق وأعمق عبر طبقات من ثلج الأمونيا وثلج الماء إلى أن نكون نحن والطائرة قد سُحِقنا. وليس هناك سطح لنصدم به. فالمشتري يتحول بسلاسة من غاز إلى سائل أثناء غرقك أعمق وأعمق.

زحل: الصورة هنا لطيفة أكثر قليلاً من المشتري. فالجاذبية الأضعف -قريبة من جاذبية الأرض، في الواقع- ووجود غلاف جوي أكثف قليلاً (ولكنه لا يزال رقيقاً) يعني أننا سنكون قادرين على الكفاح أكثر قليلاً قبل أن نستسلم إما للبرد أو للرياح السريعة ونهبط إلى المصير ذاته كما هو الأمر مع المشتري.

أورانوس: أورانوس عبارة عن جرم سماوي غريب، لونه أزرق متجانس. وتوجد فيه رياح شديدة، وهو بارد برداً قارساً. إنه الأكثر وديّة من العمالقة الغازيين بالنسبة لطائرتنا سيسنا، وربما يمكنك أن تطير لبعض الوقت. ولكن نظراً لكونه يبدو كأنه كوكب بدون أي معالم، تقريباً، فلماذا سوف تريد أن تفعل ذلك؟

---

(1) أنا لا أقوم بترويج هذا بطريقة جيدة، أليس كذلك؟

نبتون: إذا كنت تريد الطيران فوق واحد من عمالقة الجليد، فإنني ربما أقترح نبتون[1] أكثر من أورانوس. حيث يوجد في نبتون، على الأقل، بعض السحب لتنظر إليها قبل أن تتجمد حتى الموت أو تتحطم بفعل الاضطراب الدوامي.

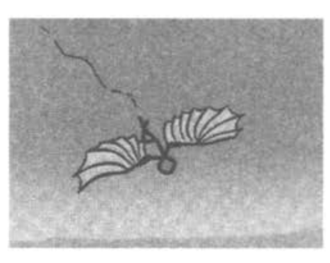
تيتان: لقد احتفظنا بالأفضل ليكون الأخير. عندما يتعلق الأمر بالطيران، قد يكون تيتان أفضل من الأرض. فغلافه الجوي سميك، ولكن جاذبيته قليلة، ما يمنحه ضغطاً جوياً أعلى فقط بـ 50 بالمائة من ضغط الأرض الجوي، مع هواء أكثف بأربع مرات مقارنة بهواء الأرض. إن جاذبيته - أقل من جاذبية القمر - تعني أن الطيران سهل. وتستطيع طائرتنا سيسنا أن ترتفع إلى الجو بواسطة قوة تحريك الدواسة.

وفي الواقع أن البشر في تيتان يمكنهم الطيران بقوة العضلات، إذ يستطيع إنسان في طائرة شراعية أن يُقلِع بأريحية، وأن يطوف مستمداً طاقته من حذاء زعنفة سباحة بحجم كبير إلى حد مفرط -أو الإقلاع بواسطة رفرفة أجنحة اصطناعية. إن متطلبات القدرة قليلة جداً- فمن المحتمل أن لا تتطلب مجهوداً أكثر من مجهود المشي.

إن الجانب السلبي (هناك دائماً جانب سلبي) هو البرد، فدرجة الحرارة على تيتان تبلغ 72 كيلفن، والتي تعادل، تقريباً، درجة حرارة النيتروجين السائل. وانطلاقاً من بعض الأرقام لمتطلبات التدفئة للطائرات الخفيفة، فإنني أقدِّر أن كابينة سيسنا على تيتان ربما ستبرد حوالى درجتين مئويتين في كل دقيقة.

وسوف تساعد البطاريات في إبقاء نفسها دافئة قليلاً، ولكن في نهاية المطاف، سوف تنفد الحرارة من الطائرة وتتحطم. إن مسبار هيغنز، الذي هبط ببطاريات ناضبة، تقريباً، ملتقطاً صوراً رائعة أثناء هبوطه، تعرّض للبرد بعد ساعات قليلة فقط على السطح. لقد كان لديه ما يكفي من الوقت لإرسال صورة واحدة فقط بعد الهبوط - الصورة الوحيدة التي نمتلكها من سطح جرم أبعد من المريخ.

(1) العلامة المميِّزة: «ذلك الأكثر زرقة قليلاً».



إذا وضع البشر أجنحة اصطناعية للطيران، ربما نُصبح نسخاً من تيتان في قصة إيكاروس - أجنحتنا سوف تتجمد وتتحطم وتقذفنا لنسقط ونلقى لنلقى حتفنا.

ولكن لم يسبق لي أن رأيت قصة إيكاروس على أنها درس بشأن حدود البشر. إنني أراها على أنها درس بشأن حدود الشمع كمادة لاصقة. إن البرد على تيتان هو مجرد مشكلة هندسية. ومع إعادة التجهيز المناسبة، ومصادر الحرارة الملائمة، بإمكان سيسنا 172 أن تطير على تيتان - وكذلك نحن.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 6

س. ما هي القيمة الغذائية الكلية (سعرات، ودهون، وفيتامينات، ومعادن، إلخ.) للجسم البشري المتوسط؟

- جستين رينسر





س. ما هي درجة حرارة المنشار الجنزيري (أو أي جهاز قطع) اللازمة لكي تُعالَج بالكيّ فوراً أي إصابات حدثت بسبب استخدامه؟

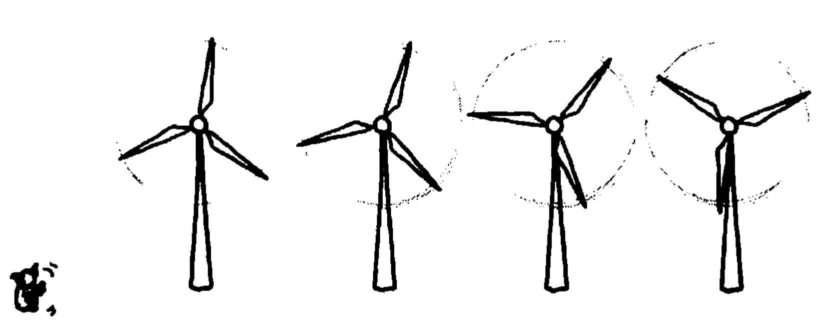
- سيلفيا غالاغر



يودا

س. ما مقدار القوة التي يستطيع يودا أن يخرجها؟

- ريان فيني

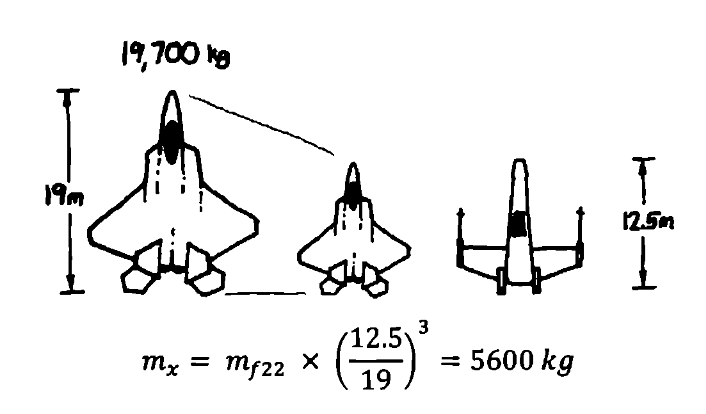


ج. سوف أتجاهل - بطبيعة الحال - برقول.

ظهر أعظم عرض قوة مجردة ليودا في الثلاثية الأصلية عندما رفع أجنحة إكس للوكس (Luke's X-wing) من المستنقع. وبقدر ما يتعلق الأمر بالتحريك المادي للأجسام حولنا، فقد كان هذا، بسهولة، أكبر إنفاق للطاقة من خلال القوة شاهدناه من أي شخص في الثلاثية.

الطاقة اللازمة لرفع أي جسم إلى ارتفاع محدد يساوي كتلة الجسم مضروبة بقوة الجاذبية مضروبة بالارتفاع المرفوع إليه. إن مشهد أجنحة إكس يفسح المجال أمامنا لاستخدام هذا الأمر لوضع حدود دنيا على نتاج الطاقة الذروية ليودا.

أولاً، ينبغي أن نعرف إلى أي مدى كانت السفينة ثقيلة. فكتلة أجنحة إكس لم يتم أبداً تحديدها بطريقة معيارية، ولكن تم تحديد طولها - 12.5 متراً. ويبلغ طول طائرة ف - 22، 19 متراً وتزن 19,700 كغم، وهكذا فإن التخفيض بالنسبة ذاتها من هذا يعطينا تقديراً لأجنحة إكس بحوالي 12,000 باوند (5 أطنان مترية).



$$m_x = m_{f22} \times \left(\frac{12.5}{19}\right)^3 = 5600\,kg$$

بعد ذلك، ينبغي أن نعرف ما مدى السرعة التي كانت ترتفع بها. لقد استعرضتُ لقطات المشهد ووقَّتُ سرعة ارتفاع أجنحة إكس بينما كانت تخرج من الماء.



ترتفع دعامة الهبوط الأمامية خارجة من الماء في ثلاث ثوانٍ ونصف، وقد قدَّرتُ أن طول الدعامة يبلغ 1.4 م (بناء على مشهد في «أمل جديد A New Hope») حيث كان

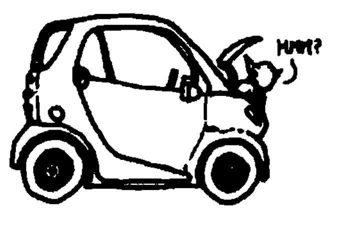
أحد أفراد الطاقم يشق طريقه محشوراً ماراً من أمامه، ما يخبرنا بأن أجنحة إكس كانت ترتفع بسرعة 0.39 م/ ث.

أخيراً، نحن بحاجة لمعرفة قوة الجاذبية على داغوبا. وهنا، أعتقد أنني عالق، وذلك لأنه في حين أن عشاق الخيال العلمي مهووسون، إلا أن الأمر لا يصل إلى درجة أن يكون هناك دليلاً (كتالوجاً) للخصائص الجيوفيزيائية الثانوية لكل كوكب تمت زيارته في حرب النجوم «Star Wars». أليس كذلك؟

كلا. لقد استهنتُ بعالم المشجعين. إن وكيبيديا (Wookieepeedia) لديها بالضبط مثل هذا الدليل، وتُعلِمنا أن جاذبية السطح على داغوبا تبلغ 0.9 جي. إن جمع هذه المعلومة مع كتلة أجنحة إكس وسرعة الارتفاع يعطينا نتاج الطاقة الذروية:

$$\frac{5600\text{kg} \times 0.9\text{g} \times 1.4 \text{ meters}}{3.6 \text{ seconds}} = 19.2 \text{ kW}$$

إن ذلك كافٍ لتزويد مجمع سكني بالكهرباء، وهو مساوٍ أيضاً لحوالى 25 حصاناً، وهي قدرة المحرك في السيارة سمارت كار (Smart Car) الموديل الكهربائي.



ووفقاً لأسعار الكهرباء الحالية، ستكون قيمة يودا المالية حوالى 2 دولار أميركي/ ساعة.

ولكن التحريك الذهني هو مجرد أحد أنواع قدرة القوة the Force. ماذا عن تلك الصاعقة التي استخدمها الإمبراطور ليمحو لوك؟ لم يتم أبداً توضيح الطبيعة الفيزيائية لها، ولكن ملفات تسلا، التي تنتِج عروضاً مشابهة، تستهلك تقريباً 10 كيلواط - الأمر الذي يضع الإمبراطور على قدم المساواة، تقريباً، مع يودا. (تستخدِم ملفات تسلا تلك الكثير من النبضات القصيرة. وإذا كان الإمبراطور يحتفظ بقوس مستمر، مثل اللحام بالقوس الكهربائي، فمن الممكن بسهولة أن تكون القدرة في عداد الميغاواطات.

ماذا عن لوك؟ لقد تفحَّصتُ المشهد حيث استخدَم قدرة قوته (Force) الوليدة لانتزاع سيفه الضوئي من الثلج، وهنا يكون من الأصعب تقدير الأرقام، ولكنني دققتُ لقطة بلقطة، وخرجت بتقدير يبلغ 400 واط لإنتاجه القياسي/ الذروي. وهذا جزء ضئيل من قدرة يودا البالغة 19 كيلوواطاً، ودامت فقط لجزء من الثانية.

لذا يبدو أن يودا هو أفضل رهان لنا كمصدر للطاقة. ولكن مع استهلاك عالمي للكهرباء يصل إلى 2 تيراوط، سوف يحتاج الأمر إلى مائة مليون يودا لتلبية حاجتنا. ومع أخذ كل شيء بالاعتبار، فإن التحول إلى قدرة يودا ربما لا يستحق العناء – على الرغم من أنها بالتأكيد ستكون خضراء.



الولايات التي يتم التحليق فوقها

س. أي الولايات في أميركا يتم التحليق فوقها أكثر؟

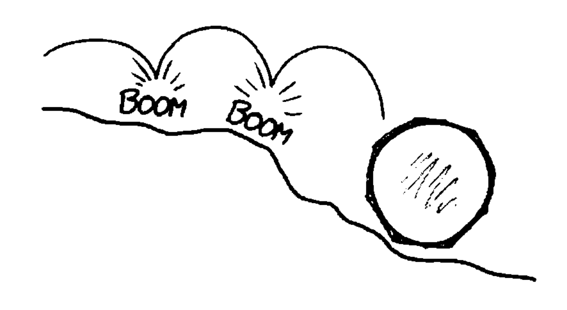
- جيسي ردرمان

ج. **عندما يقول الناس** «ولايات يُحلَّق فوقها»، فإنهم يشيرون عادة إلى ولايات المربع الكبير في الغرب (out west) التي يقوم الناس، بصورة نمطية، بالمرور فوقها أثناء طيرانهم بين نيويورك ولوس أنجلوس وشيكاغو، ولكنهم لا يهبطون فيها فعلياً.

ولكن ما هي الولايات التي يمر أكبر عدد من الطائرات فوقها، فعلياً؟ هناك الكثير من الرحلات الجوية تمر صعوداً ونزولاً على الساحل الشرقي، ومن السهل تخيُّل أن الناس يحلقون فوق ولاية نيويورك مرات أكثر من تحليقهم فوق ولاية وايومنغ.

لمعرفة ما هي الولايات التي يُحلَّق فوقها أكثر، اطلعت على أكثر من 10,000 مسار حركة مرور جوي، محدِّداً الولايات التي تمر فوقها كل رحلة جوية.

من المفاجئ أن الولاية التي يُحلّق فوقها العدد الأكبر من الطائرات -بدون الإقلاع أو الهبوط- هي ...

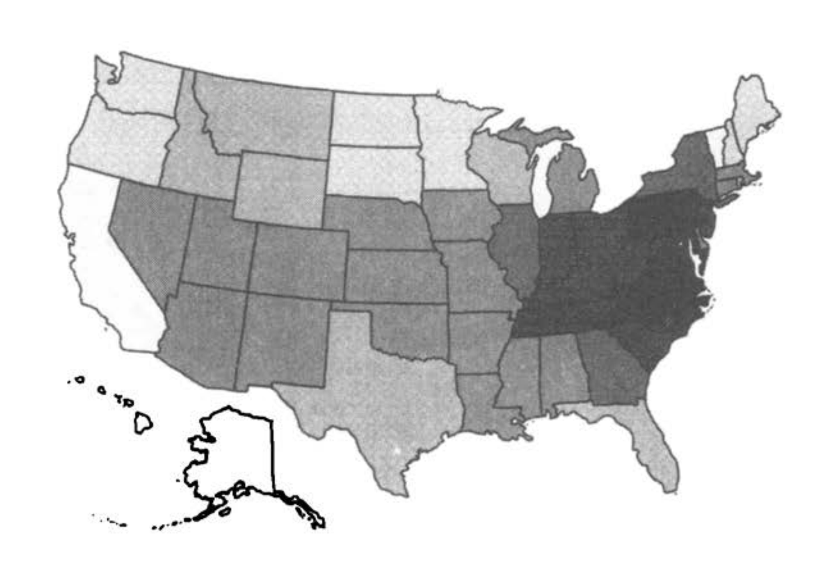


... ولاية فيرجينيا

لقد فاجأتني هذه النتيجة، فقد نشأت في فيرجينيا، وبالتأكيد لم أفكر فيها أبداً على أنها «ولاية يُحلَّق فوقها.»

إنه أمر مفاجئ، وذلك لأن في فيرجينيا مطارات كبرى عديدة. اثنان من المطارات، اللذان يخدمان واشنطن العاصمة، يقعان فعلياً في ولاية فيرجينيا (دي سي إيه/ ريغان و آي إيه دي/ دوليز). وهذا يعني أن معظم الرحلات إلى واشنطن العاصمة لا تُحسب مع الرحلات التي تُحلق فوق ولاية فيرجينيا، نظراً لأن تلك الرحلات تهبط في ولاية فيرجينيا.

إليك خريطة للولايات المتحدة الأميركية ملوَّنة بحسب عدد الرحلات اليومية التي تُحلق فوقها:



وراء فيرجينيا بفارق ضئيل توجد ولايات **ميريلاند ونورث كارولينا وبينسلفانيا**. يُحلَّق فوق هذه الولايات، يومياً، عدد أكبر من أي ولاية أخرى.

إذن، لماذا ولاية فيرجينيا؟

هناك عدد من العوامل، ولكن أحد أهم هذه العوامل يكمن في **مطار هارتسفيلد جاكسون أتلانتا الدولي**.

مطار أتلانتا هو الأكثر انشغالاً في العالم، مع عدد مسافرين ورحلات أكثر من طوكيو أو لندن أو بكين أو شيكاغو أو لوس أنجلوس. إنه محور الطيران الرئيسي لخطوط دلتا الجوية -أكبر شركة طيران في العالم حتى وقت قريب- ما يعني أن الركاب المسافرين على رحلات دلتا سوف يمرون عبر أتلانتا.

ونظراً للعدد الكبير من الرحلات من أتلانتا إلى شمال شرق الولايات المتحدة، فإن 20 بالمائة من جميع رحلات أتلانتا تمر عبر فيرجينيا، و25 بالمائة تمر عبر نورث كارولينا، مساهمة بشكل كبير في الإجمالي لكل ولاية من الولايتين.

من ناحية أخرى، فإن أتلانتا ليست هي أكبر مساهم لإجمالي ولاية فرجينيا. وقد شكّل المطار الذي يأتي منه أكبر عدد من الرحلات فوق فيرجينيا مفاجأة بالنسبة لي.



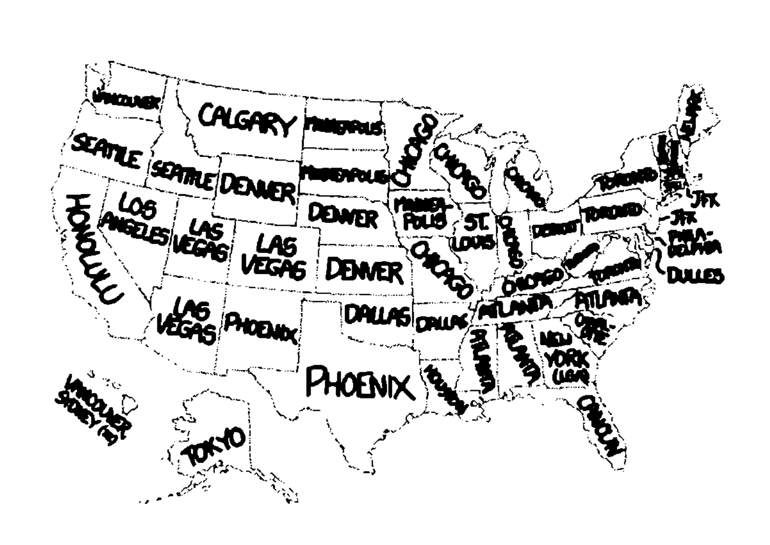
يبدو **مطار تورونتو بيرسون الدولي** (YYZ)، مصدراً غير محتمل للرحلات التي تمر فوق ولاية فيرجينيا، ولكن يساهم أكبر مطار في كندا بعدد رحلات فوق ولاية فيرجينيا أكثر من مطاري نيويورك جي إف كيه ولاغوارديا معاً.

إن السبب في هيمنة مطار تورونتو يعود جزئياً إلى أن له العديد من الرحلات المباشرة إلى البحر الكاريبي وأمريكا الجنوبية، والتي تعبر المجال الجوي للولايات المتحدة الأميركية في طريقها إلى أماكن وصولها[1]. إضافة إلى ولاية فرجينيا، فإن تورونتو هو أيضاً المصدر الرئيسي للرحلات فوق ولاية فرجينيا الغربية وولاية بينسلفانيا وولاية نيويورك.

---

(1) مما يساعد في الأمر هو أن لدى كندا، خلافاً للولايات المتحدة، خدمة رحلات تجارية مكثفة إلى كوبا.

تبين هذه الخريطة، لكل ولاية، ما هو المطار الذي يكون مصدر القدر الأكبر من الرحلات التي تمر فوقها.



التحليق فوق الولايات حسب النسبة

هناك تعريف آخر ممكن لـ«الولاية التي يُحلِّق فوقها أكثر» يتمثل في الولاية ذات العدد الأكبر من الرحلات التي تمر فوقها نسبة إلى الرحلات الموجهة إليها. ووفقاً لهذا المقياس، فإن الولايات التي يُحلِّق فوقها أكثر هي، غالباً، الولايات الأقل كثافة بالسكان. وتشتمل الولايات العشر الأوائل على، كما هو مُتوقَّع، وايومنغ وألاسكا ومونتانا وإيداهو وولايتي نورث داكوتا وساوث داكوتا.

من ناحية أخرى، الولاية ذات النسبة الأكبر بين الرحلات التي تمر فوقها والرحلات المتجهة لها تعتبر مفاجأة: ديلاوير.

قليل من البحث أظهر السبب المباشر جداً: لا توجد مطارات في ديلاوير.

الآن، ذلك غير صحيح تماماً. يوجد في ديلاوير عدد من مهابط الطائرات، بما في ذلك قاعدة دوفر لسلاح الجو (DOV) ومطار نيو كاسل (ILG). ويعتبر مطار نيوكاسل

الوحيد الذي قد يكون مؤهلاً كمطار تجاري، ولكن بعد إغلاق خطوط سكايبس الجوية عام 2008، ليست هناك خطوط جوية تخدم المطار[1].

الولاية الأقل تحليقاً فوقها

هاواي هي الولاية الأقل تحليقاً فوقها، وذلك منطقي، فهي تتكون من جزر صغيرة جداً في أكبر محيط في العالم، وعليك أن تبذل جهداً كبيراً لكي تصل إليها.

وكاليفورنيا هي الولاية الأقل تحليقاً فوقها من بين الولايات الـ 49 التي ليست جزراً[2]. وقد كان هذا مفاجئاً بالنسبة لي، نظراً لأن كاليفورنيا طويلة ونحيلة، ويبدو كما لو أن الكثير من رحلات المحيط الهادي تحتاج للمرور فوقها.

من ناحية أخرى، نظراً لأن الطائرات النفاثة المحمَّلة بالوقود استخدِمَت كسلاح في 11/ 9، فقد حاولت إدارة الطيران الفيدرالية أن تضع حدوداً على عدد الرحلات التي تعبر الولايات المتحدة والمحمَّلة، بلا مبرر، بكميات كبيرة من الوقود. وهكذا، فإن معظم المسافرين الدوليين، الذين لولا ذلك كان من الممكن أن يسافروا فوق كاليفورنيا، يتخذون رحلة طيران غير مباشرة من أحد المطارات هناك.

الولايات التي يتم الطيران بإشرافها (Fly-under states)

أخيراً، دعنا نجيب عن سؤال غريب قليلاً: ما هي الولاية التي يتم الطيران بإشرافها أكثر من غيرها؟ بمعنى، ما هي الولاية التي تمر بإشراف أراضيها مباشرة أكثر رحلات الطيران على الجانب الآخر من الأرض؟

يتبين أن الجواب هو ولاية هاواي.

(1) تغير هذا الأمر في العام 2013، عندما بدأت خطوط فرونتير الجوية بتشغيل خط بين مطار نيوكاسل وفورت مايرز، في ولاية فلوريدا. ولم يكن هذا مُدرَجاً في مجموعة بياناتي، كما أنه من الممكن أن تقوم فرونتير بنقل ديلاوير إلى مكان في أسفل القائمة.

(2) إنني أُدرِج رود آيلاند هنا، على الرغم من أنه يبدو من الخطأ فعل ذلك.

والسبب في أن ولاية صغيرة جداً تكسب في هذه الفئة هو أن معظم الولايات المتحدة مقابلة للمحيط الهندي، الذي يمر القليل جداً من الطيران التجاري فوقه. من ناحية أخرى، هاواي مقابلة لبوتسوانا في وسط إفريقيا. وليس هناك الكثير من الطيران فوق إفريقيا مقارنة بباقي القارات، لكنه كافٍ ليجعل هاواي تكسب موقع الصدارة.

فيرجينيا المسكينة

كشخص نشأ هناك، يصعب عليّ تقبّل مكانة فيرجينيا بوصفها الولاية الأكثر تحليقاً فوقها. على الأقل، عندما أعود إلى هناك مع أسرتي، سأحاول أن أتذكر أن أنظر- بين الفينة والأخرى - إلى الأعلى وألوِّح.

(وإذا وجدت نفسك على رحلة (Arik Air Flight) رقم 104 من جوهانسبرغ، في جنوب إفريقيا، إلى لاغوس، في نيجيريا - الخدمة يومية، المغادرة 9:35 صباحاً - تذكَّر أن تنظر إلى الأسفل وتقول «ألوها!»)

السقوط مع الهيليوم

س. ماذا لو قفزتُ من طائرة مع بضعة خزانات هيليوم وبالون ضخم غير منفوخ؟ ومن ثم، أثناء الهبوط، أقوم بإطلاق الهيليوم وأملأ البالون. كم ينبغي أن تمتد فترة السقوط لكي يبطئني البالون بما يكفي لأتمكن من أن أهبط بأمان؟

- كولن رو

ج. بقدر ما يبدو ذلك مثيرا للسخرية، إلا أنه معقول - نوعاً ما.

إن السقوط من ارتفاعات شاهقة هو أمر خطير.[بحاجة إلى مصدر] ومن الممكن لبالون أن يساعد فعلياً في إنقاذك، على الرغم من أن الهيليوم العادي، النوع الذي يستخدم في الحفلات، لن يكون كافياً لإنجاز المهمة.

إذا كان البالون كبيراً بما يكفي، لن تكون بحاجة حتى إلى الهيليوم، إذ أن البالون سيكون بمثابة مظلة، مبطئاً سقوطك إلى سرعات غير قاتلة.

ومن غير المستغرَب أن تجنب الهبوط بسرعة كبيرة هو العامل الرئيسي في البقاء على قيد الحياة. كما عبرت عن ذلك ورقة طبية....

لا تقلق ستكون
بخير

من البديهي، بطبيعة الحال، أن السرعة، أو ارتفاع مسافة السقوط، ليست مؤذية بحد ذاتها ... ولكن ارتفاع معدل تغيُّر السرعة، كما يحدث بعد السقوط من ارتفاع 10 طوابق على الخرسانة، يعتبر مسألة أخرى.

... وما ذلك إلا نسخة مستفيضة عن القول المأثور القديم «ليست السقطة هي التي تقتلك، إنما هو التوقف المفاجئ في النهاية.»

ولكي يكون بمثابة مظلة هبوط، لا بد لبالون مليء بالهواء -بدلاً من الهيليوم- أن يكون بعرض 10 إلى 20 متراً، وهذا كبير جداً بحيث لا يمكن نفخه بواسطة خزانات محمولة. ومن الممكن لمروحة قوية أن تستخدَم لملئه بهواء من البيئة المحيطة، ولكن حينئذ يمكنك كذلك أن تستخدم مجرد مظلة هبوط.

الهيليوم

الهيليوم يجعل الأمور أيسر.

لا يحتاج الأمر إلى الكثير من بالونات الهيليوم لرفع شخص ما. ففي العام 1982، طار لاري والترز عبر لوس أنجلوس على كرسي حديقة قابل للطي ومرفوع ببالونات طقس، ليصل في نهاية المطاف إلى ارتفاع يبلغ عدة أميال. وبعد المرور عبر المجال الجوي لمطارات لوس أنجلوس العالمية هبط من خلال إطلاق كريات صغيرة من مسدس حبيبات على بعض البالونات.

عند الهبوط، تم اعتقال لاري على الرغم من أن السلطات واجهت بعض المتاعب في تحديد ما هي التهمة التي سيوجهونها إليه. في ذلك الوقت، قال مفتش من إدارة الطيران الفيدرالية، «نعرف أنه قد خالف قسماً من قانون الطيران الفيدرالي، وحالما نقرر أي قسم خالفه، سوف يتم توجيه تهمة من نوع ما إليه.»

إن بالون هيليوم صغيراً نسبياً - بالتأكيد أصغر من مظلة هبوط- سيكون كافياً لإبطاء سقوطك، ولكنه لا يزال ضخماً بالنسبة لمعايير بالونات الحفلات، إذ أن سعة أكبر خزانات الهيليوم التي تؤجّر للمستهلكين تبلغ حوالى 250 قدماً مكعباً، وسوف تحتاج لتفريغ عشرة منها، على الأقل، لوضع ما يكفي من الغاز في البالون لدعم وزنك.

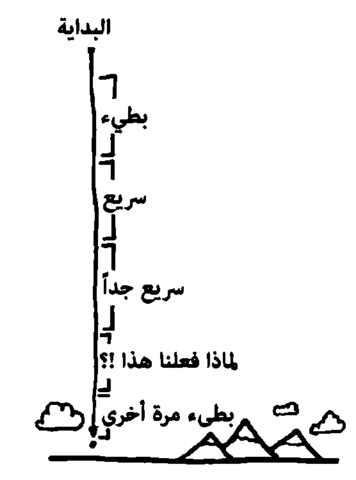
وينبغي عليك أن تفعل ذلك بسرعة، حيث أن أسطوانات الهيليوم ناعمة وثقيلة جداً، ما يعني أن سرعتها النهائية ستكون عالية. وسوف يكون لديك بضع دقائق فقط لاستخدام جميع الأسطوانات. (فور تفريغ واحد منها، تستطيع إسقاطها.)

لا يمكنك التغلب على هذه المشكلة من خلال تحريك النقطة التي تبدأ منها إلى مكان أعلى. وكما تعلمنا من حالة شريحة اللحم، أنه نظراً لأن الطبقات العليا من الغلاف الجوي تكون رقيقة جداً، فإن أي شيء يُسقَط من الستراتوسفير، أو من طبقة أعلى، سوف يتسارع ليصل إلى سرعات عالية جداً إلى أن يرتطم بالغلاف الجوي السفلي، ثم يسقط ببطء بقية الطريق. وهذا صحيح لكل شيء، من النيازك الصغيرة إلى فيليكس باومغارتنر[1].

(1) أثناء قيامي بإجراء أبحاث عن سرعات الارتطام لهذا الجواب، صادفت مناقشة على لوحة النقاش Straight Dope Message Board بشأن الارتفاعات التي يمكن النجاة منها. وقام أحد المشاركين بالنقاش بمقارنة السقوط من ارتفاع بتعرُّض المرء لحادث صدم بحافلة. وأجاب مستخدم آخر، وهو طبيب شرعي، أن تلك كانت مقارنة سيئة:

عند التعرض لحادث صدم بسيارة، فإن الغالبية العظمى من الناس لا يتعرضون للدهس، بل يتم صدمهم من المنطقة السفلى. ويتعرض القسم السفلي من الساقين للكسر، ويقذفون إلى الأعلى. وفي العادة يضربون غطاء محرك السيارة، وغالبا ما يرتطم الرأس من الخلف بالزجاج الأمامي مفتتاً إياه، وربما تاركاً بعض الشعر في الزجاج. بعدئذ يرتفعون فوق السيارة، وهم لا يزالون أحياء، على الرغم من أن أرجلهم مكسورة، وربما مع وجع في الرأس من الارتطام بالزجاج الأمامي غير القاتل. إنهم يموتون عندما يرتطمون بالأرض، إنهم يموتون من الإصابة في الرأس.

العبرة: لا تعبث مع الأطباء الشرعيين. من الواضح أنهم محنكون.



ولكن إذا قمت بنفخ البالونات بسرعة، ربما بتوصيل أكثرِ من أسطوانة في الوقت ذاته، سوف تكون قادراً على إبطاء سقطتك. فقط لا تستخدم الكثير من الهيليوم، وإلا سوف ينتهي بك الأمر طافياً على ارتفاع 16,000 قدم مثل لاري والترز.

أثناء إجراء أبحاث للإجابة عن هذا السؤال، تدبَّرتُ أمري في تجميد نسختي من ماثيماتيكا (Mathematica)، مرات عديدة، في المعادلات التفاضلية ذات العلاقة بالبالونات، وبالتالي تم حظر عنوان آي بي الخاص بي من قِبل ولفارم ألفا (Wolfram|Alpha) بسبب تقديم عدد كبير جداً من الاستفسارات. وكانت استمارة التماس رفع الحظر قد طلبت مني شرح ما الذي كنت أقوم به ليستلزم ذلك القدر الكبير من الاستفسارات. فكتبتُ، «حساب عدد خزانات الهيليوم المستأجَرَة التي ينبغي أن تحملها معك من أجل نفخ بالون كبير بما يكفي ليكون بمثابة مظلة هبوط ويبطئ سقوطك من طائرة نفاثة.»

عذراً، ولفارم.

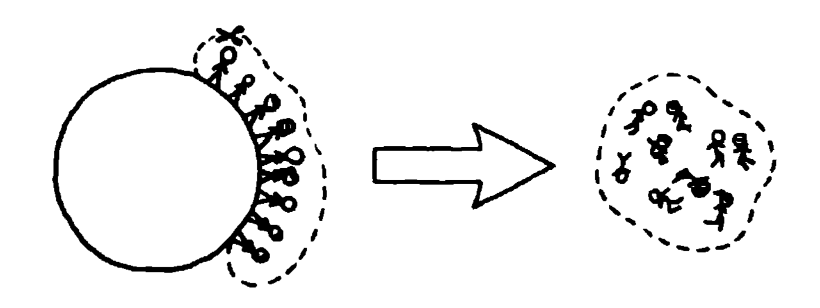
الجميع إلى الخارج

س. هل هناك ما يكفي من الطاقة لنقل جميع سكان الأرض الحاليين من البشر خارج الكوكب ؟

- آدم

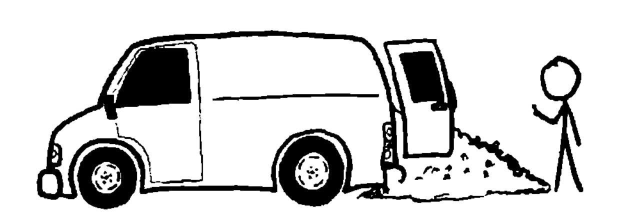
ج. **هناك عدد من** أفلام الخيال العلمي تهجر فيها البشرية الأرض، وذلك بسبب التلوث أو الحرب النووية.

ولكن رفع الناس إلى الفضاء هو أمر صعب. باستثناء حدوث انخفاض كبير في تعداد السكان، هل إطلاق الجنس البشري بأكمله إلى الفضاء الخارجي هو أمر ممكن فيزيائياً؟ دعنا لا نقلق حتى بشأن إلى أين نتجه - سوف نفترض أننا لسنا بحاجة للعثور على وطن جديد، ولكننا لا نستطيع البقاء هنا.



لاكتشاف ما إذا كان هذا الأمر معقولاً، نستطيع أن نبدأ بمتطلب الطاقة الأساسي بشكل مطلق: 4 غيغاجول لكل شخص. بصرف النظر عن كيفية قيامنا بذلك، سواء استخدمنا صواريخ أو مدافع أو مصعداً أو سلماً، فإن تحريك شخص يزن 65 كيلوغراماً -أو تحريك أي شيء- خارج جاذبية الأرض سوف يتطلب على الأقل هذه الكمية من الطاقة.

كم تعادل 4 غيغاجول؟ إنها تعادل تقريباً ميغاواط - ساعة، وهي ما يستخدمه منزل نموذجي في الولايات المتحدة الأميركية من الكهرباء في شهر أو شهرين. وتعادل كمية الطاقة المخزَّنة في 90 كغم من البنزين أو في سيارة شحن مليئة ببطاريات AA.



أربعة غيغاجول مضروبة في سبعة مليارات شخص تساوي 2.8×10^{18} جول، أو 8 بيتاواط - ساعة. وهذا يعادل تقريباً استهلاك العالم السنوي من الطاقة. إنه كثير، ولكن ليس غير معقول من الناحية الفيزيائية.

من ناحية أخرى، 4 غيغاجول هو مجرد الحد الأدنى. وعملياً، كل شيء سوف يعتمد على وسيلتنا للتنقل. إذا استخدمنا الصواريخ، على سبيل المثال، فسوف يتطلب الأمر طاقة أكبر بكثير من ذلك. وهذا بسبب مشكلة أساسية في الصواريخ: إنها بحاجة لرفع وقودها الذاتي.

دعنا نعود للحظة إلى أولئك الـ 90 كيلوغراماً من البنزين (30 غالوناً تقريباً)، لأنها تساعد في توضيح هذه المشكلة المحورية في السفر عبر الفضاء.

إذا أردنا إطلاق مركبة فضاء وزنها 65 كيلو غراماً، فإننا نحتاج إلى طاقة تصل إلى 90 كغم من الوقود. نقوم بتحميل الوقود على المركبة - والآن مركبتنا الفضائية تزن 155

كيلو غراماً. وتحتاج مركبة فضائية تزن 155 كيلو غراماً إلى 215 كيلو غراماً من الوقود، لذا نقوم بتحميل 125 كيلو غراماً أخرى على متن المركبة...

لحسن الطالع، يمكننا أن نعفي أنفسنا من هذه الحلقة اللانهائية -حيث نضيف 1.3 كيلو غرام لكل كيلو غرام واحد نقوم بإضافته- وفقا لحقيقة أننا لسنا بحاجة لحمل ذلك الوقود طوال الطريق نحو الأعلى. فنحن نحرقه أثناء صعودنا، لذا نصبح أخف وأخف، ما يعني أننا بحاجة إلى وقود أقل وأقل. ولكننا بحاجة إلى رفع الوقود جزءاً من الطريق. والصيغة لحساب مقدار الوقود الذي نحتاج لحرقه لنتحرك بسرعة محددة موضّحة في معادلة تسيولكوفسكي للصواريخ:

$$\Delta v = v_{\text{exhaust}} \ln \frac{m_{\text{start}}}{m_{end}}$$

حيث $ك_{بداية}$ و $ك_{نهائية}$ هما الكتلة الكلية للمركبة زائد الوقود قبل وبعد الحرق، و $س_{عادم}$ هي «سرعة العادم» من الوقود، وهو رقم يتراوح ما بين 2.5 و4.5 كم/ ث لوقود الصواريخ.

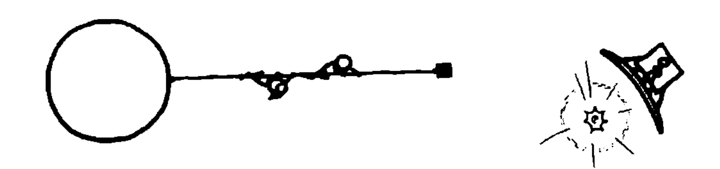
الأمر المهم هو النسبة بين Δس، السرعة التي نريد أن نسير بها، و $س_{عادم}$، السرعة التي تخرج فيها المادة الدافعة من الصاروخ. ومن أجل مغادرة الأرض، نحتاج إلى Δس نحو الأعلى تبلغ 13 كم/ ث، و $س_{عادم}$ لها حد أعلى يبلغ تقريباً 4.5 كم/ ث، ما يعطي نسبة الوقود إلى السفينة تبلغ على الأقل $e^{13/4.5} \approx 20$. وإذا كانت النسبة ن، عندئذ فإننا من أجل إطلاق كيلو غرام واحد من السفينة، نحتاج إلى $e^{ن}$ من الوقود.

مع ازدياد ن تصبح هذه الكمية كبيرة جداً.

وتكون المحصِّلة هي أنه من أجل التغلب على جاذبية الأرض باستخدام وقود الصواريخ التقليدي، فإن مركبة تزن طناً واحداً تحتاج ما بين 20 إلى 50 طناً من الوقود. وإطلاق جميع البشر (الوزن الإجمالي: حوالى 400 مليون طن) سوف يستلزم استخدام عشرات

التريليونات من الأطنان من الوقود. وذلك كثير جداً. وإذا كنا نستخدم وقوداً قائماً على الهيدروكربونات، فإنه سوف يمثل جزءاً كبيراً من احتياطيات العالم المتبقية من النفط. وذلك بدون حتى مراعاة وزن المركبة ذاتها والطعام والماء وحيواناتنا الأليفة[1]. ونحتاج أيضاً للوقود لكي ننتج كل هذه السفن، ولنقل الناس إلى مواقع الإطلاق، وهلم جراً. وليس بالضرورة أن يكون الأمر مستحيلاً تماماً، ولكنه بالتأكيد خارج نطاق المعقولية.

ولكن الصواريخ ليست خيارنا الوحيد. على الرغم من أن الأمر يبدو جنوناً، إلا أنه قد يكون من الأفضل (1) أن نقوم حرفياً بتسلق حبل إلى الفضاء، أو (2) أن نقذف أنفسنا من الكوكب باستخدام أسلحة نووية. في الواقع أن هاتين هما فكرتان جديّتان - على الرغم من أنهما جريئتان- لأنظمة الإطلاق، وتتم مناقشة كل منهما منذ بدء عصر الفضاء.



يتمثل النهج الأول في فكرة «المصعد الفضائي»، وهو مفضل عند مؤلفي قصص الخيال العلمي. وتكمن الفكرة في توصيل حبل إلى قمر صناعي يدور حول الأرض بعيد بما فيه الكفاية بحيث يبقى الحبل مشدوداً بفعل قوة الطرد المركزي. بعدئذ يمكننا إرسال متسلقين إلى هناك مستخدمين كهرباء ومحركات عادية، تستمد طاقتها من الشمس، أو مولدات نووية، أو أي شيء يعمل بطريقة أفضل. وتتمثل العقبة الهندسية الأكبر في أن الحبل ينبغي أن يكون مرات عديدة أقوى من أي شيء يمكننا أن نصنعه الآن. وهناك آمال في أن المواد القائمة على أساس أنابيب الكربون النانوية يمكنها أن تزودنا بالقوة اللازمة - إضافة إلى قائمة طويلة من المشاكل الهندسية التي يمكن التغلب عليها من خلال إضافة مطالبات على البادئة «نانو-.»

(1) من المحتمل أن هناك حوالى مليون طن من الكلاب الأليفة في الولايات المتحدة لوحدها.

النهج الثاني هو الدفع النووي النابض (nuclear pulse propulsion)، وهو طريقة معقولة، بشكل مدهش، لجعل كميات كبيرة من المادة تتحرك بسرعة كبيرة جداً. وتتمثل الفكرة الأساسية في أن تقذف قنبلة نووية وراءك وتركب موجة الصدمة. ربما تظن أن المركبة الفضائية ستتبخر، ولكن تبيّن أنه إذا كان للمركبة درع حماية مصمم جيداً، فسوف يعمل الانفجار على دفعها بعيداً قبل أن تتهيأ لها الفرصة في التفكك. وإذا كان من الممكن صنع هذا النظام بطريقة موثوقة، فإنه قادر نظرياً على رفع مجمعات سكنية بأكملها إلى مدار، وبإمكانه -بصورة كامنة- أن يحقق هدفنا.

كان يُعتقَد أن المبادئ الهندسية المبني عليها هذا النهج متينة جداً إلى درجة أنه في ستينيات القرن العشرين، وبتوجيه من فريمان دايسون، حاولت الحكومة الأميركية فعلياً صنع واحدة من هذه المركبات الفضائية. وقصة ذلك الجهد، المُسمى **مشروع أوريون** (Project Orion)، مفصَّلة في الكتاب الرائع الذي يحمل الاسم ذاته، ومن تأليف إبن فريمان، جورج. وما يزال المناصرون للدفع النووي يشعرون بخيبة أمل لأن المشروع ألغي قبل أن تصنَع النماذج الأولية. ويناقش آخرون أنه عندما تفكر فيما كانوا يحاولون إنجازه -وضع ترسانة نووية ضخمة في صندوق وقذفه بقوة إلى الغلاف الجوي، وتفجيره مراراً وتكراراً- فمن المفزع أن الأمر قد وصل إلى ما وصل إليه.

لذا فإن الجواب هو أنه في حين أن إرسال شخص واحد إلى الفضاء يعتبر أمراً سهلاً، فإن إرسالنا جميعاً إلى هناك سوف يضع عبئاً ثقيلاً على مواردنا إلى أقصى حد، وربما يدمر الكوكب. إنها خطوة صغيرة لرجل واحد، ولكنها قفزة عملاقة للبشرية جمعاء.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد
لـ ماذا لو؟ رقم 7

س. يقوم البطل في ثور «Thor» في مرحلة ما بجعل مطرقته تدور بسرعة كبيرة إلى درجة أنه يصنع إعصاراً. هل هذا ممكن في الحياة الحقيقية؟

- دافور



لا

س. إذا ادخرت عمراً بأكمله من التقبيل واستخدمت كل قوة الشفط تلك في قبلة واحدة، فما هو مدى القوة التي سوف تكون لتلك القبلة؟

- جوناتان لينستروم

س. كم عدد الصواريخ النووية التي ينبغي أن تُطلَق على الولايات المتحدة الأميركية لكي تحولها إلى أرض خراب؟

- مجهول

تخصيب ذاتي

س. أقرأ عن بعض الباحثين الذين كانوا يحاولون إنتاج المني من خلايا جذعية لنخاع العظم. إذا كان لامرأة أن تحصل على حيوانات منوية من خلايا جذعية منها هي ذاتها، وتلقح نفسها، ماذا ستكون علاقتها بابنتها؟

- آر سكوت لامورتيه

ج. لكي تكون إنسانا، أنت بحاجة إلى جمع مجموعتين من الحمض النووي معاً.



عند البشر، تكون هاتان المجموعتان موجودتين في خلية حيوان منوي وخلية بويضة، وتحتوي كل منهما على عينة عشوائية من الحمض النووي للوالدين. (المزيد عن كيفية عمل العشوائية يأتي بعد لحظات.) عند البشر، تكون هذه الخلايا من شخصين مختلفين.

من ناحية أخرى، ليس بالضرورة أن يكون الحال هكذا. فالخلايا الجذعية التي تستطيع أن تشكِّل أي نوع من الأنسجة، من الممكن من حيث المبدأ أن تُستخدَم لإنتاج حيوانات منوية (أو بويضات).

حتى الآن، لم يتمكن أحد من إنتاج حيوانات منوية كاملة من خلايا جذعية. ففي العام 2007، نجحت مجموعة من الباحثين في تحويل خلايا جذعية من نخاع العظم إلى خلايا جذعية لبزرات النطاف (spermatogonial stem cells). هذه الخلايا هي الخلايا السابقة للحيوان المنوي. ولم يتمكن الباحثون من جعل الخلايا تتطور بشكل كامل إلى حيوان منوي. ولكنها كانت خطوة. وفي العام 2009، نشر أفراد المجموعة ذاتها ورقة كان يبدو أنها تزعم أنهم قد أنجزوا الخطوة الأخيرة وأنتجوا حيوانات منوية عاملة.

هناك مشكلتان.

أولاً، لم يقولوا فعلياً إنهم أنتجوا حيوانات منوية. بل قالوا إنهم أنتجوا خلايا شبيهه بالحيوانات المنوية، ولكن وسائط الإعلام موهَّت الأمر. ثانياً، قامت المجلة العلمية التي نشرت الورقة بإعلان تراجعها عنها. وتبين أن المؤلفين قد انتحلوا فقرتين من ورقة أخرى في مقالهم.

على الرغم من هذه المشاكل، فإن الفكرة الأساسية هنا ليست بعيدة المنال كثيراً، ويتضح أن الإجابة عن سؤال آر. سكوت مُقلِق قليلاً.

إن تتبُّع انسياب المعلومات الجينية يمكن أن يكون أمراً صعباً جداً. ومن أجل توضيح ذلك، دعنا نُلقي نظرة على نموذج مبسط جداً قد يكون مألوفاً لمحبي ألعاب تقمص الأدوار.

الكروموسومات: نسخة سجون وتنانين (D&D)

الحمض النووي البشري منظم في 23 حزمة، تسمى **كروموسومات**، ولكل شخص نسختان من كل كروموسوم – واحد من الأم وواحد من الأب.

في نسختنا المبسطة من الحمض النووي، وبدلاً من 23 كروموسوماً، سيكون هناك سبعة كروموسومات فقط. وعند البشر، يحتوي كل كروموسوم على كم هائل من الشفرة الوراثية، ولكن في نموذجنا، سوف يحتوي كل كروموسوم على شيء واحد فقط.

سوف نستخدم نظام إحصائيات الشخصية (character stats) لنسخة «d20» D&D's حيث تحتوي فيها كل قطعة من الحمض النووي على سبعة كروموسومات:

1. STR
2. CON
3. DEX
4. CHR
5. WIS
6. INT
7. SEX

ستة من هذه الكروموسومات هي عبارة عن إحصائيات الشخصية من ألعاب تقمص الأدوار: القوة STR والبنية CON والبراعة DEX والكاريزما CHR والحكمة WIS والذكاء INT. والأخير هو الكروموسوم المحدد للجنس.

وإليك مثال عن «جديلة» حمض نووي:

1.	STR	15
2.	CON	2
3.	DEX	1X
4.	CHR	12
5.	WIS	0.5X
6.	INT	14
7.	SEX	X

في نموذجنا، يحتوي كل كروموسوم على قطعة واحدة من المعلومات. وقطعة المعلومات هذه إما أن تكون عبارة عن إحصائية (رقم ما، عادة ما يكون بين 1 إلى 18) أو مُضاعِف. والكروموسوم الأخير، SEX، هو عبارة عن الكروموسوم المحدِّد للجنس، والذي، كما هو الحال مع علم الوراثة البشري، يمكن أن يكون «X» أو «Y».

تماماً كما في الحياة الحقيقية، لكل إنسان مجموعتان من الكروموسومات - واحدة من أمه وواحدة من والده. تخيل أن جيناتك تبدو هكذا:

		حمض نووي أم	حمض نووي أب
1.	STR	15	5
2.	CON	2X	12
3.	DEX	1X	14
4.	CHR	12	1.5X
5.	WIS	0.5X	16
6.	INT	14	15
7.	SEX	X	X

يؤدي اندماج هاتين المجموعتين من الإحصائيات إلى تحديد خصائص الشخص. وإليك قاعدة بسيطة لدمج الإحصائيات في نظامنا:

إذا كان لديك رقم لكِلتا النسختين من أحد الكروموسومات، فإنك تأخذ الرقم الأعلى على أنه إحصائيتك. وإذا كان لديك رقم على أحد الكروموسومات ومُضاعِف على الآخر، تكون إحصائيتك هي حاصل ضرب الرقم بالمُضاعِف. وإذا كان لديك مُضاعِف على كِلا الجانبين، تحصل على إحصائية رقمها 1[1].

وإليك كيف ستصبح شخصيتنا الافتراضية السابقة:

---

(1) لأن 1 هو تطابق المُضاعِف.

		حمض نووي أم	حمض نووي أب	مجموعة نهائية
1.	STR	15	5	15
2.	CON	2X	12	24
3.	DEX	13	14	14
4.	CHR	12	1.5X	18
5.	WIS	0.5X	14	7
6.	INT	14	15	15
7.	SEX	X	X	أنثى

عندما يساهم أحد الوالدين بمُضاعِف ويساهم الآخر برقم، تكون النتيجة جيدة جداً! إن بنية هذه الشخصية (24) تعتبر فائقة. ففي الواقع أنه، باستثناء درجة منخفضة في الحكمة «WIS» فإن هذه الشخصية تمتلك إحصائيات رائعة في كل مكان.

دعنا الآن نقول إن هذه الشخصية (لنطلق عليها اسم «أليس») تُقابل شخصاً آخر اسمه («بوب»):

بوب أيضاً يمتلك إحصائيات ممتازة:

بوب		حمض نووي أم	حمض نووي أب	مجموعة نهائية
1.	STR	13	7	13
2.	CON	5	18	18
3.	DEX	15	11	15
4.	CHR	10	2X	20
5.	WIS	16	14	16
6.	INT	2X	8	16
7.	SEX	X	Y	ذكر

إذا أنجبا طفلاً، كل واحد منهما سوف يساهم بجديلة حمض نووي. ولكن الجديلة التي سوف يساهمان بها سوف تكون مزيجاً عشوائياً من جديلتي أمه وأبيه. إن كل خلية حيوان منوي -وكل خلية بويضة- تحتوي على مزيج عشوائي من كروموسومات من كل جديلة. لذا، دعنا نقول إن بوب وأليس يكوِّنان الحيوان المنوي والبويضة التاليتين:

	أليس	حمض نووي أم	حمض نووي أب	بوب	حمض نووي أم	حمض نووي أب
1.	STR	(15)	5	STR	13	(7)
2.	CON	(2X)	12	CON	(5)	18
3.	DEX	13	(14)	DEX	15	(11)
4.	CHR	12	(1.5X)	CHR	(10)	2X
5.	WIS	0.5X	(14)	WIS	(16)	14
6.	INT	(14)	15	INT	(2X)	8
7.	SEX	(X)	X	SEX	(X)	Y

		بويضة (من أليس)	حيوان منوي (من بوب)	
1.	STR	15	STR	7
2.	CON	2X	CON	5
3.	DEX	14	DEX	11
4.	CHR	1.5X	CHR	10
5.	WIS	14	WIS	16
6.	INT	14	INT	2X
7.	SEX	X	SEX	X

إذا اندمج هذا الحيوان المنوي وهذه البويضة، فسوف تكون إحصائيات الطفل شيئاً مثل هذا:

		بويضة	حيوان منوي	إحصائيات الطفل
1.	STR	15	7	15
2.	CON	2X	5	10
3.	DEX	14	11	14
4.	CHR	1.5X	10	15
5.	WIS	14	16	16
6.	INT	14	16	16
7.	SEX	X	X	أنثى

تمتلك ابنة أليس قوة والدتها وحكمة والدها. كما أن لديها ذكاء خارقاً، بفضل الرقم 14 الجيد جداً التي ساهمت به أليس والمُضاعِف الذي ساهم به بوب. من الناحية الأخرى، فإن بنيتها أضعف بكثير من أي من والديها، نظراً لأن ذلك كان كل ما يستطيع فعله مُضاعِف والدتها × 2 مع الرقم «5» الذي ساهم به والدها.

لدى أليس وبوب مُضاعِف على الكروموسوم الأبوي «كاريزما» لكل منهما. ونظراً لأن مُضاعِفين معاً ينتج عنهما إحصائية 1، إذا ساهم كل من أليس وبوب بمُضاعِفهما، فسيكون لدى الطفل حد أدنى من الكاريزما (CHR). لحسن الحظ أن احتمالات حدوث ذلك هو فقط 1 من 4.

إذا كان لدى الطفل مُضاعفات على كلتا الجديلتين، ستكون الإحصائية قد انخفضت إلى 1. لحسن الطالع، نظراً لأن المُضاعفات نادرة نسبياً، فإن فرص اصطفافها في شخصين عشوائين تكون منخفضة جداً.

دعنا الآن ننظر إلى ما الذي سوف يحدث لو أنه كان لأليس طفل مع ذاتها. أولاً، سوف تنتج زوجاً من الخلايا الجنسية، التي سوف تُجري عملية الانتقاء العشوائي مرتين:

	بويضة أليس	ح. نووي أم	ح. نووي أب	حيوان منوي أليس	ح. نووي أم	ح. نووي أب
8.	STR	(15)	5	STR	15	(5)
9.	CON	(2X)	12	CON	(2X)	12
10.	DEX	13	(14)	DEX	13	(14)
11.	CHR	12	(1.5X)	CHR	(12)	1.5X
12.	WIS	0.5X	(14)	WIS	(0.5X)	14
13.	INT	(14)	15	INT	(14)	15
14.	SEX	(X)	X	SEX	X	(X)

بعدئذ، سوف يتم إعطاء الجديلتين المختارتين إلى الطفل:

أليس II	بويضة	حيوان منوي	إحصائيات الطفل
8. STR	15	5	15
9. CON	2X	2X	1
10. DEX	14	14	14
11. CHR	1.5X	12	16
12. WIS	0.5X	14	7
13. INT	14	14	15
14. SEX	X	X	X

من المؤكد أن يكون الطفل أنثى، نظراً لأنه ليس هناك من يساهم بكروموسوم Y.

كما أن الطفلة تواجه مشكلة: وذلك لأنها ورثت ثلاثة من إحصائياتها - INT و DEX و CON -الكروموسوم ذاته على كِلا الجانبين. وهذا لا يمثل مشكلة بالنسبة لـ INT و DEX ، نظراً لأن لديها درجات عالية في هاتين الفئتين. ولكن في CON، فقد ورِثَت مُضاعِفاً من كِلا الجانبين، ما أعطاها درجة بنية 1.

إذا أنتج شخص ما طفلاً من نفسه، فهذا سوف يزيد إلى حد كبير احتمالية أن يرث الطفل الكروموسومات ذاتها على كِلا الجانبين، وبالتالي مُضاعِف مزدوج. واحتمالات أن يكون لطفلة أليس مضاعِف مزدوج تبلغ 58 بالمائة - مقارنة باحتمالات تبلغ 25 بالمائة مع بوب.

بصورة عامة، إذا أنجبتَ طفلاً مع نفسك، فسوف تحتوي 50 بالمائة من كروموسوماتك الإحصائيات ذاتها على كِلا الجانبين. وإذا كانت تلك الإحصائية رقمها 1 -أو إذا كانت مُضاعِفاً- فإن الطفل سيكون في ورطة، حتى وإن لم تكن أنت واقعاً بها. وهذه الحالة المتمثلة في وجود الشيفرة الوراثية ذاتها على كلتا النسختين من الكروموسوم تُسمّى وجود زيجوت متماثلة الألائل (homozygosity).

البشر

ربما أن المرض الوراثي الأكثر شيوعاً الذي ينجم عن زواج الأقارب عند البشر هو الضمور العضلي النخاعي المنشأ (SMA). يسبب مرض الضمور العضلي النخاعي المنشأ موت الخلايا في النخاع الشوكي، وغالباً ما يكون قاتلاً أو مسبباً لإعاقة شديدة.

وينتج مرض الضمور العضلي النخاعي المنشأ عن نسخة غير طبيعية من جين على الكروموسوم 5. هذا الاختلال موجود عند حوالى شخص واحد من كل 50 شخصاً. ما يعني أن 1 من كل مائة شخص سوف يساهمون بنقله لأبنائهم ... وبالتالي، فإن 1 من كل 10,000 شخص (100× 100) سوف يرثون الجين المختل من كِلِيّ والديهما[1].

من ناحية أخرى، إذا أنجب أب، أو أم، طفلاً من نفسه، أو من نفسها، فإن فرصة مرض الضمور العضلي النخاعي المنشأ تكون 1 إلى 400 - نظراً لأنه، أو لأنها، يمتلك نسخة من الجين المختل (1 إلى 100)، فهناك فرصة 1 إلى 4 في أن تكون نسخة الوليد الوحيدة.

قد لا تبدو فرصة 1 إلى 400 أمراً سيئاً جداً، ولكن الضمور العضلي النخاعي المنشأ هو مجرد البداية.

الحمض النووي معقد

إن الحمض النووي هو الكود المصدري (source code) للآلة الأكثر تعقيداً في الكون المعروف. ويحتوي كل كروموسوم على كميات هائلة من المعلومات، ويعتبر التفاعل بين الحمض النووي وبين آلة الخلية حولها معقَّد بصورة لا تصدق، مع عدد لا يُحصى من الأجزاء المتحركة، وحلقات تغذية راجعة على غرار مصيدة الفئران. وحتى تسمية الحمض النووي بـ «كود مصدري» يقلل من قيمته - ومقارنة بالحمض النووي فإن أعقد مشاريعنا البرمجية تبدو مثل آلات حاسبة صغيرة توضع في الجيب.

---

(1) بعض أشكال مرض الضمور العضلي النخاعي المنشأ تنجم فعلياً عن خلل في جينين، لذا فإن الصورة الإحصائية معقدة أكثر قليلاً.

عند البشر، يؤثر كل كروموسوم على كثير من الأمور من خلال مجموعة متنوعة من الطفرات والاختلافات. بعض هذه الطفرات، مثل تلك المسؤولة عن مرض الضمور العضلي النخاعي المنشأ، يبدو أنها سلبية تماماً، فليست هناك أي فائدة من الطفرة المسؤولة. ففي نظامنا سجون وتنانين، يكون الأمر كما لو أن هناك STR رقمه 1. وإذا كان كروموسومك الآخر طبيعياً، فستكون لديك إحصائية شخصية طبيعية؛ سوف تكون «ناقلاً» صامتاً.

هناك طفرات أخرى، مثل جين الخلية المنجلية على كروموسوم 11، يمكنها أن توفر خليطاً من النافع والمؤذي. فالأشخاص الذين لديهم الطفرة على كلتا نسختي الكروموسوم يعانون من **فقر الدم المنجلي**. من ناحية أخرى، إذا كان لديهم الجين على واحد من كروموسوماتهم، فإنهم يحصلون على فائدة مفاجئة: مقاوَمة إضافية للملاريا.



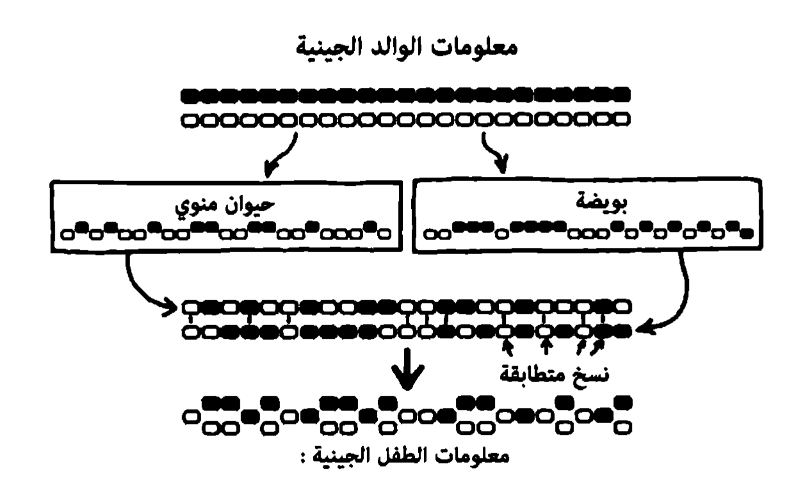
في نظام سجون وتنانين يعتبر هذا مثل مُضاعِف «2X»، إذ أن نسخة واحدة من الجين يمكنها أن تجعلك أقوى، ولكن تؤدي نسختان -زوج من المُضاعِفات- إلى خلل جدِّي.

يوضِّح هذان المرضان أحد الأسباب التي تبيّن أن التنوع الجيني مهم. فالطفرات تنبثق في كل مكان، ولكن كروموسماتنا المدعمة بغزارة تساعد في الحد من أثر الطفرات. ومن خلال تجنب زواج الأقارب، بإمكان مجتمع ما أن يقلل الفرص في انبثاق طفرات نادرة ومؤذية في المكان ذاته على كِلا جانبي الكروموسوم.

معامل زواج الأقارب (Inbreeding coefficient)

يستخدم أخصائيو علم الأحياء رقماً يدعى «مُعامِل زواج الأقارب» لكي يحددوا كميّاً النسبة المئوية لكروموسومات شخص ما التي من المرجح أن تكون متطابقة. فطفل من أبوين لا يوجد بينهما علاقة قرابة يكون لديه مُعامِل زواج أقارب 0، في حين أن طفلاً لديه مجموعة كاملة من الكروموسومات المتطابقة يكون لديه مُعامِل زواج أقارب 1.

ويقودنا هذا إلى الجواب عن السؤال الأصلي. إن طفلاً من والد واحد أو والدة واحدة، عن طريق الإخصاب الذاتي، سوف يكون نسخة من والده أو والدته مع أضرار جينية بالغة. وسيكون لدى الوالد جميع الكروموسومات الموجودة عند الطفل، لكن الطفل لن يكون عنده جميع كروموسومات والده. وسيكون شركاء نصف كروموسومات الطفل قد استُبدلوا بنسخة من أنفسهم.

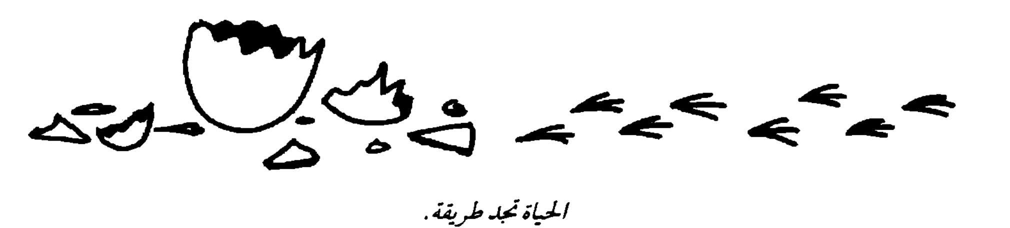


هذا يعني أنه سوف يكون لدى الطفل مُعامِل زواج أقارب يبلغ 0.5. وهذا رقم مرتفع جداً. إنه ما قد تتوقعه في طفل من ثلاثة أجيال متتابعة من زواج الأشقاء. ووفقاً لكتاب دي إس فالكونر (مقدمة في الجينات الكمية D. S. Falconer: Introduction to Quantitative Genetics)، فإن مُعامِل 0.5 سوف يؤدي إلى انخفاض مقداره 22 نقطة في رائز الذكاء، وانخفاض مقداره 4 إنشات في الطول عند عمر 10 سنوات. وهناك فرصة كبيرة جداً في أن الجنين الناتج لن يستمر على قيد الحياة إلى الولادة.

ظهر هذا النوع من زواج الأقارب على نحو مشهور من قِبل الأسر الملكية في محاولة للحفاظ على نسلها «نقياً.» آل هابسبورغ الأوربيون (European House of Hapsburg) أسرة حاكمة أوروبية من منتصف الألفية الثانية، تميزت بالزواج المتكرر بين أبناء العمومة، وقد بلغ هذا الأمر ذروته بمولد الملك تشارلز الثاني ملك إسبانيا.

كان لدى تشارلز مُعامِل زواج أقارب بلغ 0.254، ما يجعله يعتبر مستولَداً داخلياً أكثر قليلاً من طفل من شقيقين (0.25). وقد عانى من إعاقات بدنية وعاطفية كثيرة، وكان ملِكاً غريباً (وغير فعال إلى حد كبير). وقد روي عنه أنه طلب ذات مرةٍ إخراج جثث أقاربه من قبورها لكي ينظر إليها. وقد أدت عدم قدرته على الإنجاب إلى وضع حد لتلك السلالة الملكية.

يعتبر الإخصاب الذاتي استراتيجية خطيرة، وذلك هو السبب في أن الجنس دارج جداً بين الكثير من الكائنات الحية الكبيرة والمعقدة[1]. وفي حالات نادرة، توجد كائنات حية معقدة تتكاثر بلا تزاوج[2]، ولكن هذا السلوك نادر نسبياً، وهو يظهر نموذجياً في بيئات يكون من الصعب فيها التكاثر جنسياً، سواء بسبب ندرة الموارد أو عزلة المجتمع ....



الحياة تجد طريقة.

.... أو الثقة المفرطة لمشغلي مدن الملاهي.

---

(1) حسناً، أحد الأسباب.

(2) سلمندر تريمبلي هو أحد الأنواع الهجينة من السلمندر. وهو يتكاثر حصرياً بالتخصيب الذاتي. هذا السلمندر هو من نوع كل أفراده إناثاً، وكذلك -ما يثير الاستغراب- لديها ثلاثة جينومات بدلاً من اثنين. ومن أجل التكاثر، تمر بطقوس مغازلة مع سلمندرات ذكور من أنواع قريبة، بعدئذ تضع بيوضاً مخصبة ذاتياً. ولا يحصل السلمندر الذكر على شيء نتيجة لذلك. إنه يستخدَم فقط لتحفيز وضع البيض.

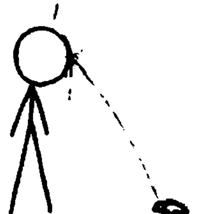
رمية عالية

س. إلى أي ارتفاع يستطيع الإنسان رمي شيء ما؟

- ديف الإيرلندي على جزيرة مان

ج. البشر جيدون في رمي الأشياء. في الواقع، نحن بارعون في ذلك، فليس هناك حيوان آخر يستطيع أن يرمي الأشياء مثلما نستطيع نحن.

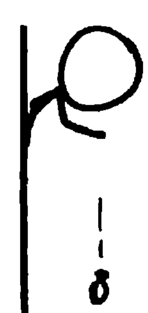
صحيح أن قرود الشمبانزي تقوم برمي البراز (وكذلك، في أحيان نادرة، الحجارة)، ولكن ليس بالقدر ذاته من الدقة والتحكم مثل البشر. وحشرات ليث عفرين ترمي الرمل، ولكنها لا تسدده نحو هدف معين. والسمكة النابلة تصطاد الحشرات من خلال رمي نقاط ماء، ولكنها تستخدم فماً متخصصاً بدلاً من الأذرع. والسحالي ذات القرون تطلق دفقات من الدم من عيونها لمسافة تصل إلى خمسة أقدام. لا أعلم لماذا تفعل ذلك لأنني كلما أصل إلى الجملة «تطلق دفقات من الدم من عيونها» في مقالة ما، فقط أتوقف هناك وأحملق فيها إلى أن أصبح بحاجة للاستلقاء.



وهكذا، في حين أنه توجد حيوانات أخرى تستخدم القذائف، فنحن فقط، تقريباً، الحيوان الذي يستطيع أن يلتقط كائناً عشوائياً ويقوم بإصابة هدف ما بطريقة موثوقة. وفي الواقع أننا جيدون جداً في هذا الأمر إلى درجة أن بعض الباحثين أشاروا إلى أن رمي الحجارة قد لعب دوراً محورياً في تطور دماغ الإنسان الحديث.

يعتبر الرمي أمراً صعباً[1]. فمن أجل إيصال كرة البيسبول إلى الضارب، ينبغي على الرامي أن يترك الكرة في المرحلة الصحيحة تماماً من الرمية. ولتوضيح الأمر أكثر، إن خطأً في التوقيت بنصف ملي ثانية في أي من الاتجاهين يكفي لكي تخطئ الكرة منطقة الضرب (strike zone).

ذلك يعني أنه عندما تكون ذراعك ما زالت تدور نحو الموقع الصحيح، تكون الإشارة لترك الكرة قد وصلت إلى رسغك. ومن ناحية التوقيت، فإن هذا يشبه عازف طبول يُسقِط عصا الطبل من الطابق العاشر مصيباً طبلاً على الأرض في عند وقت النغمة الصحيح.

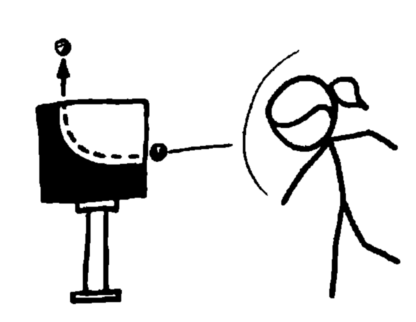


يبدو أننا أفضل بكثير في رمي الأشياء إلى الأمام من إلقائها إلى الخلف[2]. فنظراً لأننا نتطلع لأقصى ارتفاع، يمكننا أن نستخدم مقذوفات تتخذ منحنى صاعداً عندما ترميها إلى الأمام. لقد كانت حلقة الإيروبي أوربيترز (Aerobie Orbiters)، التي كانت

(1) مصدر: حياتي المهنية القصيرة في الدوري الصغير.

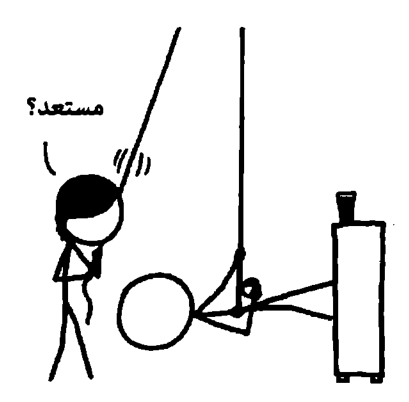
(2) مثال معاكس: حياتي المهنية في الدوري الصغير.

لدي عندما كنت صغيراً، تعلق في أغلب الأحيان على قمم أعلى الأشجار[1]. ولكننا نستطيع أيضاً أن نتجنب المشكلة بأكملها باستخدام جهاز مثل هذا:



آلية لضرب رأسك بكرة بيسبول بعد مرور أربع ثوانٍ.

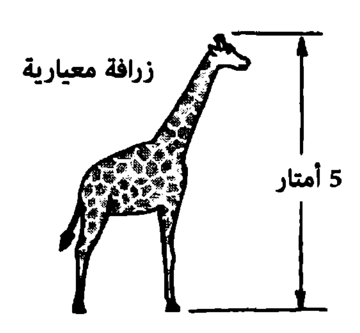
يمكننا أيضاً استخدام منصة وثب أو مزلقة نفايات مشحمة أو حتى حبال التعلق - أي شيء يوجه الكائن نحو الأعلى بدون إضافة إلى سرعته أو إنقاص منها. وبطبيعة الحال، يمكننا أيضاً محاولة هذا:



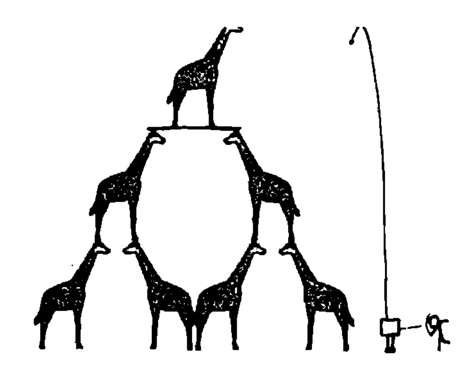
أجريت حسابات أيروديناميكية أساسية سريعة لكرة بيسبول رُميَت بسرعات مختلفة. وسوف أعطي هذه الارتفاعات بوحدات أطوال الزرافات:

---

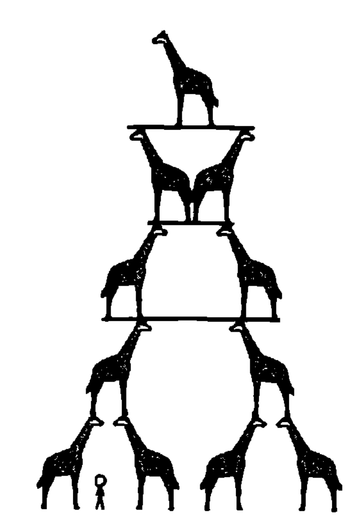
(1) حيث كانت تبقى إلى الأبد.



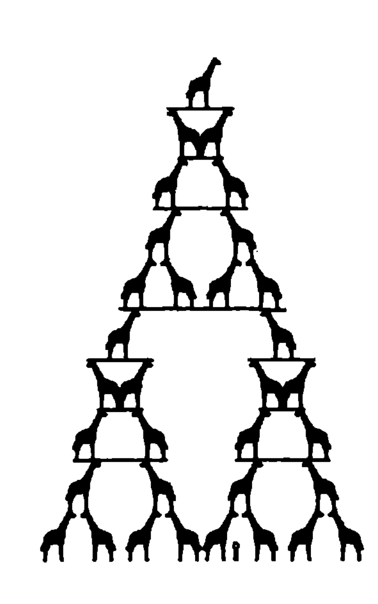
ربما يستطيع الشخص العادي أن يرمي كرة بيسبول بارتفاع ثلاث زرافات على الأقل:



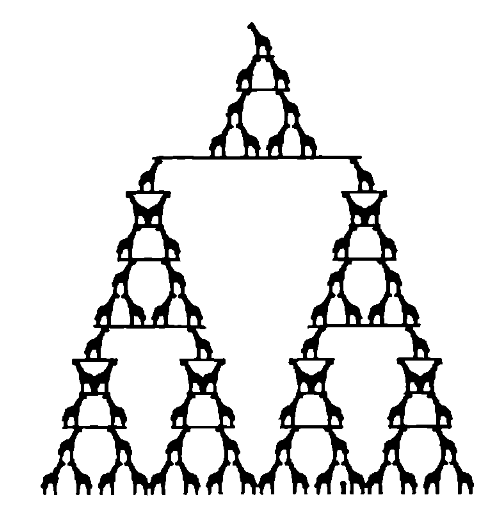
وشخص ما لديه ذراع جيد بشكل معقول، يمكنه أن يتدبر أمره بخمس زرافات:



ورامي بيسبول يرمي كرة بسرعة 80 ميل/ س يمكنه أن يتدبر أمر عشر زرافات:



أردوليس شابمان، حامل الرقم القياسي العالمي لأسرع رمية سُجِلت (105 ميل/ ساعة)، يمكنه نظرياً أن يُطلق كرة بيسبول بارتفاع 14 زرافة:



ولكن ماذا عن مقذوفات غير كرة البيسبول؟ بالتأكيد، عند استعمال أدوات مثل المقالع أو الأقواس المستعرِضة أو مغارف خيستيرا المنحنية في لعبة جاي ألاي، يمكننا أن نُطلق مقذوفات أسرع بكثير من ذلك. ولكن من أجل هذا السؤال، دعنا نفترض الالتزام برميات اليد المجردة.

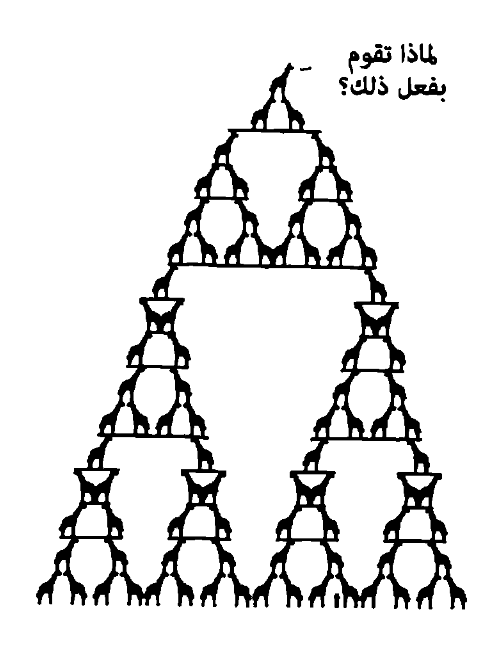
ربما أن البيسبول ليست المقذوفة المثالية، ولكن من الصعوبة بمكان إيجاد بيانات سرعة عن أنواع أخرى من رميات الأشياء. ولحسن الحظ، أقام رامي الرمح البريطاني رولد برادستوك «مسابقة رمي كائنات عشوائية،» والتي رمى فيها كل شيء من سمك ميت إلى مجلى مطبخ حقيقي. إن تجربة برادستوك تمنحنا الكثير من البيانات المفيدة[1]. وعلى وجه الخصوص، أنها تشير إلى مقذوف متفوق محتَمَل: كرة غولف.

قلة من الرياضيين المحترفين تم تسجيلهم وهم يرمون كرات غولف. ولحسن الحظ أن لبرادستوك رمية، وهو يزعم أنها قياسية، بلغ طولها 170 ياردة. وقد تضمن هذا بداية مع جري، ولكن حتى مع ذلك، فإن من المنطق التفكير بأن كرة غولف قد تكون أفضل من كرة بيسبول. من وجهة نظر فيزيائية، ذلك منطقي. إن العامل المقيِّد في رميات البيسبول هو عزم الدوران عند المرفق، وكرة الغولف الأخف قد تسمح للذراع التي ترمي بالتحرك بسرعة أعلى قليلاً.

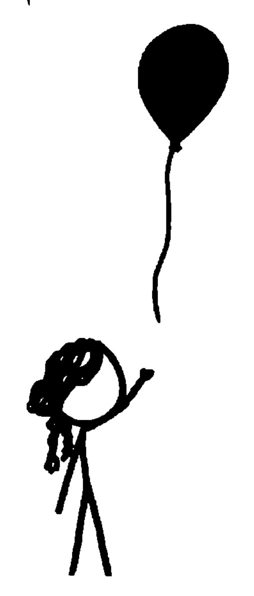
إن التحسن في السرعة عند استخدام كرة غولف بدلاً من كرة بيسبول ربما لا يكون كبيراً جداً، ولكن يبدو أنه من المعقول بالنسبة لرامٍ محترف، مع بعض الوقت من التدريب، أن يرمي كرة الغولف بسرعة أكبر من سرعة كرة البيسبول.

إذا كان الأمر كذلك، بناء على حساباتي الإيرودينامكية، فإن أرولديس شابمان يمكنه أن يرمي كرة غولف بارتفاع ست عشرة زرافة:

(1) والكثير من البيانات الأخرى، أيضاً.



ربما أن هذا هو، تقريباً، أعلى ارتفاع لجسم مقذوف ... ما لم تأخذ بالاعتبار الأسلوب الذي يمكّن طفلة في سن الخامسة من تحطيم كل هذه الأرقام القياسية بسهولة.



نيوترينوات قاتلة

س. إلى أي مدى ينبغي أن تقترب من سوبرنوفا لكي تحصل على جرعة قاتلة من أشعة النيوترينوات؟

د. دونالد سبيكتر

ج. إن العبارة «جرعة قاتلة من أشعة النيوترينوات» هي عبارة غريبة. كان علي أن أقلّبها في رأسي عدة مرات بعد أن سمعتها.

إن لم تكن فيزيائياً، فقد لا تبدو غريبة بالنسبة لك. لذا، هنا سياق بسيط يبين لماذا هي فكرة مثيرة للاستغراب:

النيوترينوات هي جسيمات شبحية بالكاد تتفاعل مع العالم بشكل مطلق. أنظر إلى يدك – هناك حوالى تريليون نيوترينوات من الشمس تمر عبرها كل ثانية.

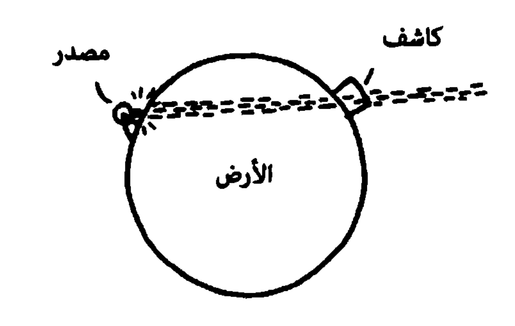


حسناً، يمكنك التوقف عن النظر إلى يدك الآن.

السبب في أنك لا تلاحظ طوفان النيوترينوات يعود إلى أن النيوترينوات في الغالب تتجاهل المادة العادية. وفي المعدل، هناك نيوترينو واحد فقط، من ذلك الفيضان الهائل، سوف «يضرب» ذرة في جسمك مرة كل بضعة سنوات[1].

في الواقع، النيترينوات غامضة إلى درجة أن الأرض بأكملها شفافة بالنسبة لها. وتقريباً، كل سيل نيوترينوات الشمس يمر عبرها مباشرة بدون أن تتأثر. وللكشف عن النيوترينوات، يبني الناس خزانات ضخمة مليئة بمئات الأطنان من المادة المستهدفة على أمل أن تسجل أثر نيوترينو شمسي واحد.

وهذا يعني أنه عندما يريد مسرع جسيمات (الذي ينتج نيوترينوات) أن يرسل شعاعاً من النيترينوات إلى كاشف في مكان آخر من العالم، فإن كل ما عليه فعله هو توجيه الشعاع نحو الكاشف - حتى وإن كان على الجانب الآخر من الأرض!



ذلك هو السبب في أن عبارة «جرعة قاتلة من إشعاع نيوترينو» تبدو غريبة - إنها تمزج نطاقات بطريقة لا معنى لها. إنها مثل العبارة الاصطلاحية «أسقطني بريشة» أو العبارة «ستاد كرة قدم مليء إلى أقصى حد ممكن بالنمل.»[2] وإذا كانت لديك خلفية

(1) أقل تواتراً من ذلك إذا كنت طفلاً، نظراً لأن لديك عدداً أقل من الذرات لكي تضربها. إحصائياً، أول تفاعل نيوترينو ربما يحدث في وقت قريب من سن عشر سنوات.

(2) والتي لا تزال أقل من 1 بالمائة من النمل في العالم.

رياضية، فإنها شيء مثل رؤية المقدار الجبري «$\ln(x)^e$» - ليس الأمر في أنها، بالمعنى الحرفي، ليست منطقية - ولكن المسألة تتمثل في أنك لا تستطيع تخيل سيناريو تطبَّق فيه[1].

وبالمثل، من الصعب إنتاج نيوترينوات بما يكفي لكي تجعل حتى واحداً منها يتفاعل مع المادة. ومن الغريب تخيل سيناريو يكون فيه ما يكفي منها لتؤذيك.

توفر المُستعِرات العظمى (Supernovae) هذا السيناريو[2]. قال لي د. سبيكتر، فيزيائي كليات هوبارت وليام سميث الذي طرح علي هذا السؤال، إن قاعدة الإبهام التي يستخدمها لتقدير الأرقام المتعلقة بسوبرنوفا: مهما كنت تعتقد أن المُستعِرات العظمى كبيرة، فهي أكبر من ذلك.

وإليك سؤال لمنحك شعوراً بالنطاق. أي مما يلي سيكون أكثر سطوعاً، من ناحية كمية الطاقة التي تصل شبكيتك:

مُستعِر أعظم، تنظر إليها من مسافة بقدر بعد الشمس عن الأرض، أم انفجار قنبلة هيدروجينية مضغوطة على كرة عينك؟



هل يمكنك أن تُسرع وتفجّرها؟ إنها ثقيلة.

---

(1) إذا كنت تريد أن تكون دنيئاً مع طلاب التفاضل والتكامل في السنة الجامعية الأولى، يمكنك أن تطلب منهم أخذ المشتقة $\ln(x)e\ dx$. من المفترض أن تكون «1» أو شيء ما، ولكنها ليست كذلك.

(2) يمكن أيضاً استخدام «Supernovas» ولا يُشجع على استخدام «Supernovii».

إن تطبيق قاعدة الإبهام، لـ د.سبيكتور، يشير إلى أن سوبرنوفا أكثر سطوعاً. وفي الواقع هي كذلك... وبتسعِ قيم أسية.

وذلك هو السبب في جمال هذا السؤال - سوبرنوفا هائلة إلى درجة لا يمكن تخيلها، والنيوترينوات واهية إلى درجة لا يمكن تخيلها. في أي نقطة يتعادل هذان الأمران اللذان لا يمكن تخيلهما إنتاج أثر على نطاق بشري؟

هناك ورقة لخبير الإشعاع أندرو كرم تزودنا بالجواب. إنها تشرح أنه أثناء حدوث بعض السوبرنوفا، انهيار نواة النجم إلى نجم نيوتروني، من الممكن أن يتم إطلاق 10^{57} من النيوترينوات (نيوترينو واحد مقابل كل بروتون في النجم ينهار ليتحول إلى نيوترون).

ويقدِّر كرم أن جرعة إشعاع النيوترينوات على مسافة 1 فرسخ فلكي[1] ستكون حوالى نصف نانوزيفرت، أو 500/ 1 من الجرعة التي تحصل عليها من أكل موزة[2].

تبلغ جرعة إشعاع قاتلة حوالى 4 زيفرات. وباستخدام قانون التربيع العكسي، يمكننا أن نحسب جرعة الإشعاع:

$$\text{زيفرات } 5 = \left(\frac{\text{فرسخ فلكي } 1}{x}\right)^2 \times \text{نانوزيفرات } 0.5$$

$$x = 0.00001118 \text{ فرسخ فلكي} = 3.2 \text{ AU}$$

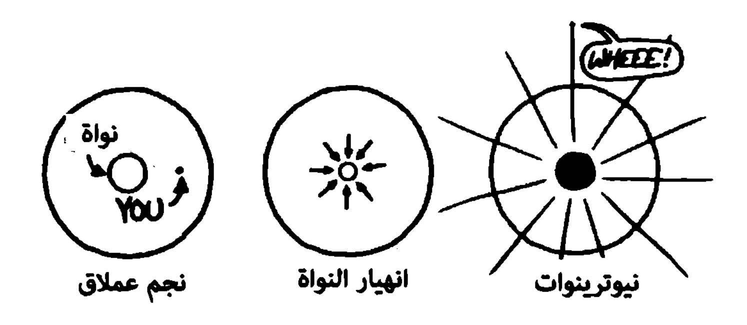
إن ذلك أكثر قليلاً من المسافة بين الشمس والمريخ.

إن المُستعِرات العظمى الناجمة عن انهيار النواة تحدث للنجوم العملاقة، لذا، إذا رصدتَ مُستعِراً أعظم من تلك المسافة، فربما أنك تكون داخل الطبقات الخارجية لذلك النجم الذي أوجد المُستعِر الأعظم.

---

(1) 3.262 سنة ضوئية، أو أقل قليلاً من المسافة الواصلة من هنا إلى ألفا سنتوري.

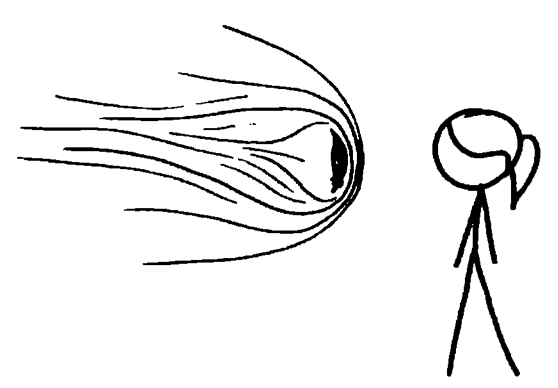
(2) Radiation Dose Chart, *http://xkcd.com/radiation*



كان انفجار GRB 080319B أعنف حدث تم رصده على الإطلاق – لا سيما بالنسبة للأشخاص الذين كانوا عائمين على ألواح التزلج بالقرب منه.

إن فكرة الضرر من الإشعاع النيوترينوي تعزِّز فقط نطاق المُستعِر الأعظم. فإذا راقبتَ مُستعِراً أعظم من على بعد وحدة فلكية واحدة -وكنت قادراً بطريقة ما على تجنب أن تتفحم أو تتبخر أو تتحول إلى نوع من البلازما الغريبة- فحتى سيل النيوترينوات الواهية سيكون كثيفاً إلى درجة تكفي لقتلك.

وإذا كانت ريشة تنطلق بسرعة عالية بما يكفي، فبإمكانها بالتأكيد أن تطرحك أرضاً.



أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو؟ رقم 8

س. هناك مادة سامة تعيق قدرة الوحدة الأنبوبية الكلوية على إعادة الامتصاص ولكنها لا تؤثر على الترشيح. ما هي الآثار المحتملة على المدى القصير لهذه المادة السامة؟

- ماري



س. لو كان خَنّاق الذباب يمكنه أن يأكل شخصاً، كم سيحتاج الأمر من الوقت، تقريباً، بالنسبة للإنسان حتى يتم تحويله بالكامل إلى عصارة وهضمه؟

- جوناثان وانغ



مطب سرعة

س. بأي سرعة يمكنك المرور على مطب سرعة أثناء القيادة وتبقى حياً؟

- مارلين باربر

ج. بسرعة مثيرة للاستغراب



أولاً، إخلاء مسؤولية. بعد قراءة هذا الجواب، لا تحاول القيادة بسرعة فوق المطبات على سرعات عالية. وإليك بعض الأسباب:

- يمكنك أن تضرب شخصاً ما وتقتله.
- يمكنها أن تدمر إطاراتك وجهاز التعليق، وربما سيارتك بأكملها.

- هل قرأت أي إجابات أخرى في هذا الكتاب؟

إذا لم يكن ذلك كافياً، إليك بعض الاقتباسات من مجلات طبية عن إصابات العمود الفقري الناجمة عن مطبات السرعة.

أظهر فحص الأشعة السينية والصور المقطعية للمنطقة الصدرية كسوراً انضغاطية عند أربعة مرضى ...أجري التدخل الجراحي من الخلف ... جميع المرضى تعافوا جيداً ما عدا الشخص الذي أصيب بكسر في العنق.

كانت كسور الفقرة القطنية الأولى هي الأكثر تكراراً. (44.2 percent 23/52).

إدماج الأرداف بخصائص واقعية خفَّضت الذبذبة العمودية الطبيعية الأولى من ≈ 12 إلى 5.5 هيرتز، بما يتفق مع الأدبيات.

(ذلك الأخير لا علاقة مباشرة له مع إصابات المطبات، ولكنني أردت إدراجه على أي حال.)

من المحتمل أن لا تقتلك مطبات السرعة الصغيرة العادية

مطبات السرعة مصممة لكي تجعل السائقين يبطئون سرعتهم. والمرور فوق مطب بسرعة 5 أميال في الساعة ينتج عنه ارتداد خفيف[1]. في حين أن المرور فوقه بسرعة 20 يسبب هزة قوية. ومن الطبيعي افتراض أن الارتطام بسرعة 60 سوف يسبب هزة أقوى بصورة متناسبة، ولكن من المحتمل أن لا يكون الأمر كذلك.

كما توثق تلك التقارير الطبية، فإنه من الصحيح أن الناس يتعرضون أحياناً لإصابات بسبب مطبات السرعة. من ناحية أخرى، جميع تلك الإصابات، تقريباً، تحدث لفئة محددة جداً من الناس: أولئك الجالسون على مقاعد قاسية في الجزء الخلفي من حافلات تسير على طرقات رديئة الصيانة.

عندما تقود سيارتك، هناك شيئان رئيسيان يشكلان حماية لك من مطبات السرعة على الطريق، وهما الإطارات وجهاز التعليق. وبصرف النظر عن مدى السرعة التي تضرب بها مطب السرعة، فإنه ما لم يكن المطب كبيراً بما يكفي لضرب هيكل السيارة، فسيتم امتصاص ما يكفي من الهزة من قِبل هذين الجهازين بحيث أنه من المحتمل أنك لن تتعرض لأذى.

---

(1) مثل أي شخص لديه خلفية فيزيائية، أقوم بإجراء كافة حساباتي مستخدماً نظام الوحدات الدولية، ولكنني حصلت على الكثير جداً من مخالفات السرعة في الولايات المتحدة الأميركية لا تجعلني أكتب هذا الجواب سوى بالأميال في الساعة، لقد حفِرَت في ذهني تماماً، آسف!

إن امتصاص الصدمة لا يعني بالضرورة أنه جيد بالنسبة لهذين الجهازين. بالنسبة للإطارات، فيمكن أن تمتصها عن طريق التفجير[1]. وإذا كان المطب كبيراً بما فيه الكفاية لضرب جنطات الإطارات، فمن الممكن أن يؤدي إلى تلف دائم في أجزاء هامة من السيارة.

إن الارتفاع النموذجي لمطبات السرعة يتراوح ما بين 3 إلى 4 إنشات. وذلك هو أيضاً مقدار سماكة وسادة إطار متوسط. (المسافة بين أسفل الجنطات والأرض)[2]. وهذا يعني أنه إذا ارتطمت سيارة بمطب سرعة صغير، فإن الجنط فعلياً لن يلمس المطب، إلا أن الإطار سوف ينضغط فقط.

السرعة القصوى لسيارة سيدان نموذجية تصل إلى 120 ميلاً في الساعة. والارتطام بمطب بتلك السرعة سوف يؤدي، بطريقة أو بأخرى، إلى فقدان السيطرة على السيارة والارتطام[3]. من ناحية أخرى، فإن الهزة بحد ذاتها من المحتمل أنها لن تكون قاتلة.

إذا ارتطمت بمطب سرعة أكبر -مثل حدبة السرعة «speed hump» أو مصطبة سرعة «speed table»- فإن سيارتك لن تكون بخير.

على أي سرعة ينبغي أن تسير لكي يكون من المؤكد أنك ستموت؟

دعنا نأخذ بالاعتبار ما الذي سيحدث إذا سارت سيارة ما بسرعة أعلى من سرعتها القصوى. تقتصر السرعة القصوى للسيارة المتوسطة الحديثة على حوالى 120 ميلاً/ ساعة، والأسرع يمكن أن تصل إلى حوالى 200.

---

(1) فقط إبحث في غوغل عن «الارتطام بحافة الرصيف على سرعة 60» «hit a curb at 60.»

(2) هناك سيارات في كل مكان، أخرج ومعك مسطرة، وتأكد.

(3) على سرعات عالية، من الممكن أن تفقد السيطرة حتى وإن لم ترتطم بمطب. إن الحادث الذي وقع لسيارة جوي هونيكت، التي كانت تسير بسرعة 220 ميل/ ساعة، ترك سيارته الكامارو مجرد هيكل محروق.

في حين أن معظم سيارات الركاب تحتوي على نوع من حدود السرعة المصطنعة مفروضة من قِبل حاسوب المحرك، فإن الحد الفيزيائي الأقصى لسرعة السيارة يأتي من مقاومة الرياح. هذا النوع من المقاومة يزداد مع مربع السرعة. وفي مرحلة ما، لا يكون لدى السيارة قدرة محرك كافية للدفع عبر الهواء بسرعة أكبر.

إذا أجبرت سيارة سيدان على الانطلاق بسرعة أكبر من سرعتها القصوى -ربما من خلال إعادة استخدام جهاز التسريع السحري من كرة البيسبول النسبية- فإن مطب السرعة سيكون آخر مشاكلك.

إن السيارات تولِّد رفعاً، والهواء المتدفق حول السيارة يمارس جميع أنواع القوى عليها.



من أين أتت كل هذه الأسهم؟

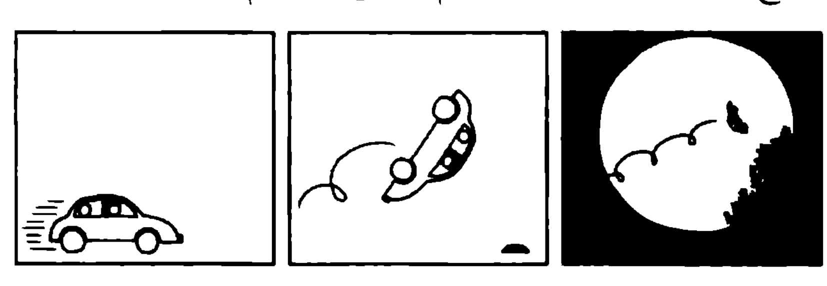
تكون قوى الرفع صغيرة نسبياً على السرعات العادية على الطريق السريع، ولكن على سرعات أعلى تُصبح كبيرة.

في سيارة فورمولا 1 المزودة بجنيحات (airfoils)، تعمل هذه القوى على الدفع نحو الأسفل، مع إبقاء السيارة مستندة إلى المسار. وفي سيارة سيدان تعمل على رفعها نحو الأعلى.

هناك حديث متكرر بين مشجعي سباق ناسكار عن «سرعة الاقلاع» 200 ميل/ ساعة إذا بدأت السيارة بالدوران. وقد شهدت فروع أخرى من سباقات السيارات

عمليات تحطم مثيرة تضمنت شقلبة خلفية، وذلك عندما لا تعمل الديناميكا الهوائية (الإيروداينمكس) كما هو مخطط لها.

وخلاصة القول هي أنه في نطاق 150-300 ميل/ ساعة، فإن سيدان عادية سوف ترتفع عن الأرض وتنقلب وتتحطم ... قبل أن ترتطم بالمطب حتى.



عاجل: طفل، مخلوق غير محدد في سلة دراجة صدمته سيارة وقتلته.

إذا تمكنت من منع السيارة من الإقلاع، فإن قوة الرياح على تلك السرعات سوف تخلع غطاء المحرك والألواح الجانبية والنوافذ. وعلى سرعات أعلى، فإن السيارة ذاتها سوف يتم تفكيكها، ومن المحتمل أن تحترق حتى مثل مركبة فضائية تُعيد الدخول إلى الغلاف الجوي.

ما هو الحد النهائي للسرعة؟

في ولاية بنسلفانيا، قد يجد السائقون دولارين تمت إضافتهما على إيصال مخالفتهم للسرعة عن كل ميل في الساعة يتجاوزون فيه حدود السرعة.

لذلك، إذا قمتَ بقيادة سيارتك على مطب سرعة في فيلادلفيا بسرعة 90 بالمائة من سرعة الضوء، فإنك بالإضافة إلى تدمير المدينة...



... يمكنك أن تتوقع مخالفة سرعة زائدة بقيمة 1.14 مليار دولار أميركي.

خالدون مفقودون

س. إذا وُضِع شخصان خالدان على جانبين متقابلين من كوكب غير مأهول شبيه بالأرض، كم سيمر من الوقت قبل أن يعثرا على بعضهما البعض؟ 100,000 سنة؟ 1,000,000 سنة؟ 100,000,000,000 سنة؟

- إيثان ليك

ج. سوف نبدأ بالجواب البسيط، على نمط خبير فيزيائي[1]: 3000 سنة.

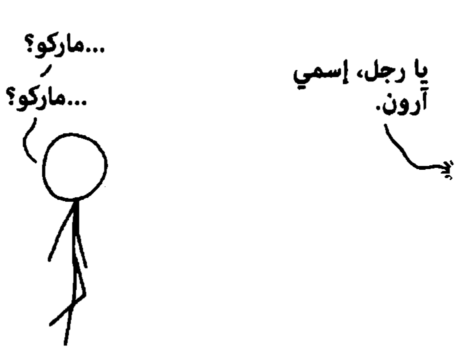
ذلك تقريباً هو مقدار الوقت الذي سيستغرقه شخصان للعثور على بعضهما البعض، على افتراض أنهما يسيران عشوائياً على شكل كرة لمدة 12 ساعة في اليوم، وأن عليهما أن يصلا إلى مسافة ضمن كيلومتر واحد لكي يريا بعضهما البعض.



(1) على افتراض إنسان خالد كروي في الخواء...

يمكننا على الفور رؤية بعض المشاكل في هذا النموذج[1]. إن أبسط مشكلة تتمثل في أنه يمكنك دائماً رؤية شخص ما إذا أصبح ضمن مسافة كيلومتر منك. وذلك ممكن فقط في الظروف الأكثر مثالية، فشخص يسير بمحاذاة سلسلة تلال قد يكون مرئياً من على بعد كيلومتر واحد، في حين أنه في غابة كثيفة، أثناء عاصفة ممطرة، من الممكن أن يمر شخصان على بعد بضعة أمتار بينهما بدون رؤية بعضهما البعض.

يمكننا أن نحاول حساب متوسط الرؤية عبر جميع أجزاء الأرض، ولكن عندئذ سوف يقابلنا سؤال آخر: لماذا من الممكن لشخصين يحاولان أن يقابلا بعضهما البعض قضاء وقت في غابة كثيفة؟ يبدو أنه من المنطقي أكثر لكليهما أن يبقيا في مناطق مفتوحة ومنبسطة حيث يمكنهما بسهولة أن يَريا وأن تتم رؤيتهما[2].



بمجرد أن نبدأ بأخذ سيكولوجية شخصينا بالاعتبار، يُصبح نموذجنا، الكروي الخالد في الخواء، في ورطة[3]. لماذا ينبغي افتراض أن شخصينا سوف يسيران بصورة عشوائية بأي حال من الأحوال؟ فقد تكون الاستراتيجية المثالية أمراً مختلفاً تماماً.

(1) مثل، ما الذي حدث لجميع الناس الآخرين؟ هل هم بخير؟

(2) على الرغم من أن حساب إمكانية الرؤية يبدو ممتعاً، فإنني أعرف ما الذي سأفعله ليلة السبت القادم!

(3) وذلك هو السبب في أننا نحاول عادة ألا نأخذ بالاعتبار أموراً مثل تلك.

ما هي الاستراتيجية التي ستكون الأكثر منطقية بالنسبة لشخصينا الخالدين الضائعين؟

لو كان لديهما وقت للتخطيط مسبقاً، لكان الأمر سهلاً. إذ يمكنهما ترتيب اللقاء عند القطب الشمالي أو الجنوبي، أو -إذا اتضح أنه لا يمكن الوصول إلى أي منهما- عند أعلى نقطة في البر أو عند مصب أطول نهر. وإذا كان هناك أي التباس، يمكنهما أن يقوما بمجرد التنقل بين جميع الخيارات بصورة عشوائية. فلديهما الكثير من الوقت.

وإن لم تكن لديهما فرصة للتواصل مسبقاً، تصبح الأمور أصعب قليلاً. فبدون معرفة استراتيجية الشخص الآخر، كيف لك أن تعرف ما ينبغي أن تكون عليه استراتيجيتك؟

هناك أحجية قديمة، قبل أيام الهواتف الخلوية، وهي كشيء من هذا القبيل:

لنفترض أنك تقابل صديقاً في بلدة أميركية لم يحدث وأن ذهب أي منكما إليها من قبل. وليس لديكما فرصة للتخطيط لمكان لقاء مسبقاً. أين تذهب؟

اقترح مؤلف الأحجية أن الحل المنطقي يتمثل في الذهاب إلى مكتب بريد البلدة والانتظار عند نافذة الاستلام الرئيسية، حيث تصل الطرود من خارج البلدة. لقد كان منطِقهُ هو أن كل بلدة في الولايات المتحدة الأميركية لديها بالضبط مكتب بريد واحد، وكل شخص يعرف أين يجده.

بالنسبة لي، تلك الحجة تبدو واهية. والأهم من ذلك، فهي لا تصمد تجريبياً. فقد طرحتُ ذلك السؤال على عدد من الأشخاص، ولم يقترح أي واحد منهم مكتب البريد. سوف يكون المؤلف الأصلي لتلك الأحجية منتظراً في غرفة البريد لوحده.

يواجه شخصانا الخالدان مشكلة أصعب، نظراً لأنهما لا يعرفان أي شيء عن جغرافية الكوكب الموجودَين عليه.

على الأقل لدي كل البريد الذي أستطيع أن أكله في حياتي.

يبدو أن تتبع السواحل خطوة معقولة. إذ أن معظم الناس يعيشون بالقرب من المياه، والبحث على طول خط أسهل بكثير من البحث في سطح مستوٍ.

وإذا تبين أن تخمينك كان خاطئاً، فلن تكون قد أضعت كثيراً من الوقت مقارنة بالبحث في الداخل أولاً. إن المشي حول القارة المتوسطة يحتاج، تقريباً، إلى خمس سنوات، بناء على النِسب النموذجية لعرض الساحل إلى طوله لكتل اليابسة على الأرض[1].

دعنا نفترض أنك والشخص الآخر على القارة ذاتها. إذا قمتما بالمسير عكس اتجاه عقارب الساعة، يمكنكما الدوران إلى الأبد بدون العثور على بعضكما البعض.

وذلك غير جيد.

هناك نهج آخر مختلف يتمثل في التنقل في دائرة كاملة عكس اتجاه عقارب الساعة. بعدئذ، قم بإجراء قرعة بقطعة نقود، فإذا جاءت على جهة الرؤوس، قم بالدوران عكس عقارب الساعة مرة أخرى. وإذا جاءت على جهة الذيول، قم بالدوران باتجاه عقارب الساعة. وإذا كنتما تتبعان كلاكما الخوارزمية ذاتها، فهذا سيعطيكما إمكانية عالية في الالتقاء في غضون بضع دوائر.

ربما أن افتراض أنكما تستخدمان الخوارزمية ذاتها هو افتراض متفائل. لحسن الحظ، هناك حل أفضل: كن نملة.

هذه هي الخوارزمية التي سوف أتبعها (إذا حدث أن فُقدتَ على كوكب معي، فتذكر هذه الخطة!):

---

(1) بطبيعة الحال، بعض المناطق سوف تمثل تحدياً. فروافد لويزيانا، وغابات أيكة الكاريبي الساحلية، ومضائق النرويج البحرية، جميعها سوف تجعل المسير أبطأ من شاطئ نموذجي.

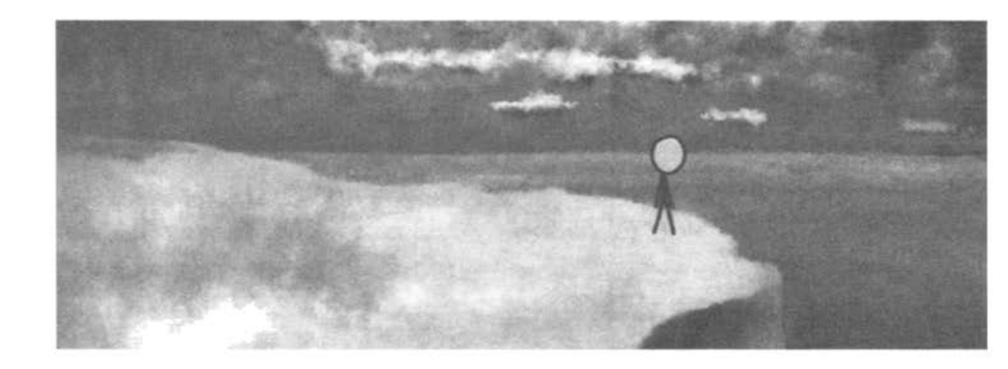


إذا لم يكن لديك أي معلومات، قم بالسير عشوائياً، تاركاً أثراً من علامات الحجارة، كل منها يشير إلى الذي يليه. ومقابل كل يوم تسيره استرح لمدة ثلاثة أيام. قم دورياً بتسجيل التاريخ بمحاذاة علامة الحجارة. لا يهم كيف تفعل ذلك طالما أنك تفعله باستمرار. ويمكنك نقش عدد الأيام على صخرة بواسطة إزميل، أو وضع حجارة لرسم الرقم.

إذا صادفت أثراً أحدث من أي شيء رأيته من قبل، إبدأ بتتبعه بأسرع ما يمكن. فإذا فقدت الأثر ولا يمكنك استعادته، استأنف ترك أثرك الخاص.

لست بحاجة لمصادفة الموقع الحالي للشخص الآخر، أنت ببساطة بحاجة لمصادفة الموقع الذي كان فيه. فما يزال بإمكانكما تعقب بعضكما البعض في دوائر، ولكن طالما أنك عندما تتبع أثراً تتحرك بسرعة أكبر مما تفعل عندما تترك أثراً، فإنكما سوف تعثران على بعضكما البعض في غضون سنوات أو عقود.

وإذا لم يكن شريكك متعاوناً -ربما كان فقط جالساً حيث بدأ وينتظرك- عندئذ سوف يكون عليك مشاهدة أشياء جميلة.



السرعة المدارية

س. ماذا لو أبطات مركبة فضائية سرعة عودة الدخول إلى مجرد بضعة أميال في الساعة باستخدام معززات صواريخ، مثل الرافعة السماوية المستخدَمة في المريخ؟ هل سيلغي ذلك الحاجة إلى درع الحرارة؟

- برايان

س. هل من الممكن لمركبة فضائية أن تتحكم في عودة دخولها بطريقة تتجنب فيها انضغاط الغلاف الجوي، وبالتالي لا تحتاج إلى درع حراري مكلف (وهش نسبياً) على السطح الخارجي؟

كريستوفر مالو

س. هل يستطيع صاروخ (صغير) (مع حمولة) أن يُرفَع إلى نقطة في الغلاف الجوي حيث سيحتاج فقط إلى صاروخ صغير لكي يصل إلى سرعة الإفلات من الجاذبية؟

- كين فان دي مايليه

ج. يتوقف الجواب عن هذه الأسئلة جميعها على الفكرة ذاتها. إنها فكرة تطرقتُ إليها في أجوبة أخرى، ولكنني الآن أريد أن أركِّز عليها بصورة خاصة:

السبب في أنه من الصعب الدخول في مدار ليس هو أن الفضاء مرتفع كثيراً.

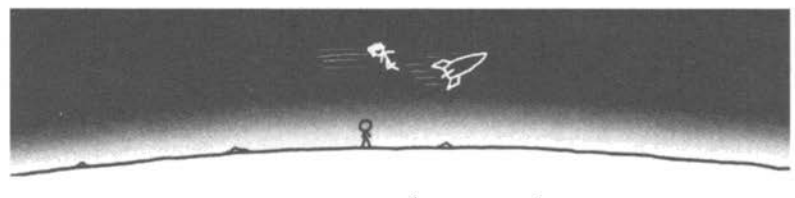
إن الدخول في مدار صعب لأنه يتعين عليك أن تكون سريعاً جداً.

إن الفضاء ليس هكذا:



ليس الحجم الفعلي

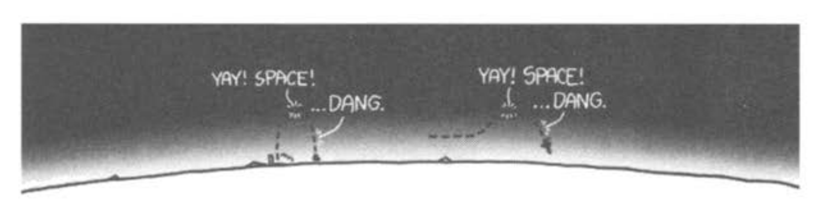
إن الفضاء هكذا:



أتعلم ماذا، بالتأكيد، حجم فعلي.

إن الفضاء يبعد حوالى 100 كيلومتر. وتلك مسافة بعيدة -أنا لا أريد الصعود على سلم للوصول إلى هناك- ولكنه ليس بعيداً جداً. إذا كنتَ في ساكرامنتو أو سياتل أو كانبيرا أو كولكاتا أو حيدرأباد أو بنوم بنه أو القاهرة أو بكين أو وسط اليابان أو سريلانكا أو بورتلاند، يكون الفضاء أقرب من البحر.

الوصول إلى الفضاء هو أمر سهل[1].إنه ليس مكاناً يمكنك الذهاب إليه بسيارتك، ولكنه ليس تحدياً هائلاً. يمكنك أن توصِل رجلاً إلى الفضاء بواسطة صاروخ بحجم عمود هاتف. وقد وصلت طائرة X-15 إلى الفضاء بمجرد الانطلاق بسرعة ومن ثم التوجيه نحو الأعلى[2][3].



سوف تذهب إلى الفضاء اليوم، ثم سوف تعود بسرعة .

---

(1) على وجه التحديد، مدارات أرضية منخفضة، وهو المكان الذي توجد فيه محطة الفضاء الدولية والذي يمكن أن تذهب إليه المكوكات الفضائية.

(2) وصلت طائرة X-15 إلى ارتفاع 100 كم مرتين، كلتاهما عندما كان يقودها جو وكر.

(3) تأكد من أن تتذكر أن توجه نحو الأعلى وليس نحو الأسفل، وإلا سوف تواجه متاعب.

ولكن الذهاب إلى الفضاء سهل. المشكلة تكمن في البقاء هناك.

الجاذبية في مدار أرضي منخفض تكون بنفس قوة الجاذبية على السطح، تقريباً. المحطة الفضائية لم تفلت من جاذبية الأرض مطلقاً. إنها تتعرض إلى 90 بالمائة، تقريباً، من الجذب الذي نشعر به على السطح.

ولتجنب السقوط عائداً مرة أخرى إلى الغلاف الجوي، ينبغي عليك أن تسير (جانبياً) **بسرعة كبيرة جداً جداً.**

السرعة التي تحتاجها للبقاء في المدار تبلغ تقريباً 8 كيلومترات في الثانية[1]. ويستخدَم جزء بسيط فقط من طاقة الصاروخ لرفعه إلى خارج الغلاف الجوي، والغالبية العظمى منه تستخدَم لكسب سرعة مدارية (جانبية).

وهذا يقودنا إلى المشكلة المركزية في الوصول إلى المدار: **يتطلب الوصول إلى السرعة المدارية قدراً من الوقود أكبر بكثير مما يتطلبه الوصول إلى ارتفاع المدار.** إن الوصول بسفينة فضائية إلى 8 كم/ ث يتطلب الكثير من الصواريخ المعزِّزة. والوصول إلى السرعة المدارية صعب بما فيه الكفاية، فالوصول إلى السرعة المدارية أثناء حمل ما يكفي من الوقود لإبطاء العودة سوف يكون غير عملي نهائياً[2].

تعتبر متطلبات الوقود الهائلة هذه هي السبب في أن كل مركبة فضائية تدخل غلافاً جوياً قد استخدمت درع حرارة كوسيلة للفرملة بدلاً من الصواريخ - الارتطام بالهواء بعنف هو أكثر طريقة العملية لتخفيف السرعة. (وللإجابة عن سؤال برايان، لم تكن المركبة المتنقلة كيوريوزيتي استثناءً. فعلى الرغم من أنها استخدمت صواريخ صغيرة لتحوم عندما أصبحت قريبة من السطح، إلا أنها استخدمت أولاً كوابح هوائية لكي تتخلص من معظم سرعتها.)

---

(1) وهي أقل قليلاً إن كنت في المنطقة العليا من مدار أرضي منخفض.

(2) هذه الزيادة الأسية هي المشكلة المركزية بالنسبة للصواريخ: الوقود اللازم لزيادة سرعتك إلى 1كم/ ث يضاعف وزنك بنحو 1.4. وللوصول إلى المدار أنت بحاجة لزيادة سرعتك إلى 8 كم/ ث، ما يعني أنك بحاجة إلى الكثير من الوقود: $1.4 \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4 \times 1.4 \approx 15$ مرة مضروبة بالوزن الأصلي لسفينتك.

ماذا تعني سرعة 8 كم/ث، على أية حال؟

أعتقد أن السبب في كثير من الالتباس بشأن هذه القضايا هو أنه عندما يكون رواد الفضاء في المدار، لا يبدو الأمر كأنهم يتحركون بتلك السرعة الكبيرة، بل يبدو وكأنهم ينسابون ببطء فوق رخام أزرق.

ولكن 8كم/ث هي سرعة عالية جداً. فعندما تنظر إلى السماء عند غروب الشمس، يمكنك أحياناً أن ترى المحطة الفضائية الدولية تمر... ثم بعد 90 دقيقة، يمكنك أن تراها تمر مرة أخرى[1]، لقد قامت بالدوران حول العالم بأكمله.

تتحرك محطة الفضاء الدولية بسرعة كبيرة إلى درجة أنك لو قمتَ بإطلاق طلقة من بندقية من أحد أطراف ملعب كرة قدم[2]، فإن محطة الفضاء الدولية يمكنها أن تعبر طول الملعب قبل أن تكون طلقة البندقية قد قطعت 10 ياردات[3].

دعنا نتخيل كيف سيبدو الأمر لو كنتَ تسير بسرعة 8 كم/ث على سطح الأرض.

لكي تحصل على إحساس أفضل للوتيرة التي تسافر بها، دعنا نستخدم إيقاع أغنية لوضع علامة لمرور الوقت[4]. لنفترض أننا بدأنا بتشغيل أغنية صدرت عام 1988، من أداء البروكليمرز، «I'm Gonna Be (500 Miles)» تبلغ سرعة إيقاع هذه الأغنية حوالى 131.9 نبضة في الدقيقة. لذا، تخيل أنك مع كل نبضة من الأغنية تنتقل أكثر من ميلين إلى الأمام.

وأثناء الوقت الذي تستغرقه الأغنية لأداء أول سطر من اللازمة، يمكنك أن تسير كل المسافة الممتدة من تمثال الحرية إلى برونكس.

---

(1) هناك بعض التطبيقات الجيدة والأدوات على الإنترنت لكي تساعدك على اكتشاف موقع المحطة، إضافة إلى غيرها من الأقمار الصناعية الرائعة.

(2) أي نوع.

(3) هذا النوع من اللعب يعتبر قانونياً حسب قوانين كرة القدم الاسترالية.

(4) استخدام إيقاع أغنية للمساعدة في قياس مرور الوقت هو عبارة عن أسلوب يستخدَم أيضاً في التدريب على الإنعاش القلبي الرئوي، حيث تستخدَم أغنية «البقاء حياً» «Stayin' Alive».

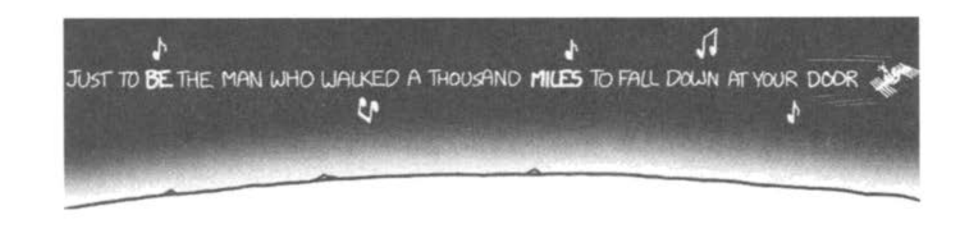


سوف تكون متحركاً بسرعة حوالى 15 محطة مترو في الدقيقة.

سوف يستغرقك سطرين من اللازمة (16 نبضة من الأغنية) لقطع القناة الإنجليزية بين لندن وفرنسا.

إن طول الأغنية سوف يقود إلى مصادفة غريبة. الفترة الفاصلة بين بدء ونهاية «I'm Gonna Be» هو 3 دقائق و30 ثانية، ومحطة الفضاء الدولية تتحرك بسرعة 7.66 كم/ث.

وهذا يعني أنه إذا كان هناك رائد فضاء يستمع إلى «I'm Gonna Be»، فإنه في الوقت بين أول نبضة من الأغنية والسطور الأخيرة ...



... سوف يكون قد سافر 1000 ميل بالضبط.

السعة النطاقية لفيديكس

س. متى - إن كان هذا سيحدث - سوف تتجاوز السعة النطاقية للإنترنت تلك الخاصة بفيديكس؟

- جوان أبرنك

لا تستهن أبداً بالسعة النطاقية لعربة محطة مليئة بالأشرطة ومنطلقة بسرعة على الطريق السريع.

- أندرو تانينباوم، 1981

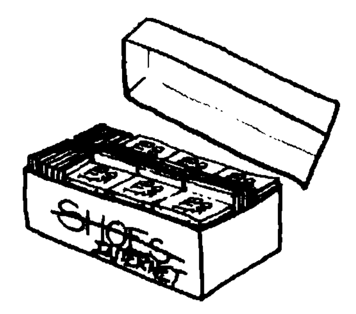
ج. إن كنت تريد نقل بضعة مئات من الغيغابايتات من البيانات، فإنه، بشكل عام، يكون نقل محرك قرص صلب، بالنسبة لفيديكس، أسرع من إرسال ملفات على الإنترنت. وهذه ليست فكرة جديدة - ويطلق عليها في كثير من الأحيان «نقل البيانات عن طريق الساعي SneakerNet» - وهي حتى الطريقة التي تستخدمها غوغل لنقل البيانات داخلياً.

ولكن هل ستكون دائماً أسرع؟

تقدِّر سيسكو أن إجمالي حركة الإنترنت الحالية في المعدل تصل إلى 167 تيرابايت في الثانية. ولدى فيديكس أسطول مكون من 654 طائرة بسعة 26.5 مليون باوند يومياً. ويزن وسيط تخزين ذو حالة ثابتة (solid-state drive) لحاسوب محمول 78 غراماً، ويمكنه أن يحتفظ بما يصل إلى تيرابايت واحد.

وهذا يعني أن فيديكس قادرة على نقل 150 إكسابايتس من البيانات يومياً، أو 14 بيتابايتس في الثانية – تقريباً 100 مرة أكثر من حركة الإنترنت الحالية.

إذا لم تكن مهتماً بالتكلفة، فإن صندوق الأحذية هذا الذي يزن 10 كيلوغرامات يمكنه أن يحتفظ بقدر كبير من الإنترنت.



أفضل وسيط تخزين لحاسوب محمول: 136
تخزين: 136 تيرابايتس.
تكلفة 130,000 دولار أميركي
(إضافة إلى 40 دولار أميركي ثمن الحذاء.)

يمكننا تحسين كثافة البيانات أكثر من خلال استخدام البطاقات الرقمية مايكرو إس دي:



بطاقات مايكرو إس دي: 25,000 دولار أميركي
تخزين: 1.6 بيتابايتس
سعر التجزئة: 1,2 مليون دولار أميركي

إن تلك الرقائق التي بحجم ظفر الإبهام، لديها سعة تخزينية تصل إلى 160 تيرابايت لكل كيلوغرام، ما يعني أن أسطول فيديكس مُحمَّل ببطاقات مايكرو إس دي يمكنه أن ينقل حوالى 177 بيتابايتس في الثانية، أو 2 زيتابايتس يومياً -ألف مرة أكثر من مستوى حركة الإنترنت الحالية. (ستكون البنية التحتية مثيرة للاهتمام- وستحتاج غوغل لبناء مستودعات ضخمة لتستوعب عملية تشغيل بطاقات هائلة.)

تقدِّر سيسكو أن حركة الإنترنت تنمو بحوالى 29 بالمائة سنوياً. وبذلك المعدل، سوف نصل إلى نقطة فيديكس في العام 2040. بطبيعة الحال، فإن كمية البيانات التي نستطيع تخزينها في وسيط تخزين ستكون عندئذ قد ازدادت، أيضاً. والطريقة الوحيدة لكي نصل فعلياً إلى نقطة فيديكس تتمثل في أن تكون معدلات نمو الحركة أكبر بكثير من معدلات نمو سعة التخزين. وبإحساس فطري، يبدو أن هذا من غير المرجح أن يحدث، وذلك نظراً لأن التخزين والنقل مرتبطان ارتباطاً وثيقاً -كافة البيانات تأتي من مكان ما وتذهب إلى مكان آخر- ولكن ليست هناك طريقة للتنبؤ بأنماط استخدام، بصورة مؤكدة.

في حين أن فيديكس كبيرة بما يكفي لمواكبة الاستخدام الفعلي للعقود القليلة القادمة، إلا أنه ليس هناك أي سبب تكنولوجي يمنعنا من بناء شبكة تتفوق على فيديكس في السعة النطاقية. فهناك عناقيد ألياف تجريبية يمكنها التعامل مع ما يزيد عن بيتابايت في الثانية، ومجموعة تتألف من 200 منها يمكنها أن تتفوق على فيديكس.

وإذا جندّتَ قطاع الشحن في الولايات المتحدة بأكمله لنقل بطاقات إس دي لصالحك، فإن إنتاجيته سوف تكون في حدود 500 إكسابايتس -نصف زيتابايتس- في الثانية. ولمضاهاة معدل النقل ذاك رقمياً، ينبغي الحصول على نصف مليون من تلك الكيبلات ذات سعة بيتابايت.

خلاصة الأمر هي أنه بالنسبة للسعة النطاقية الخام لفيديكس، فإنه من المحتمل أن لا تتفوق الإنترنت ابداً على سنيكرنت. من ناحية أخرى، فإن السعة النطاقية اللانهائية تقريباً لفيديكس القائمة على أساس الإنترنت سوف تكون تكلفتها 80,000,000 ملي ثانية أوقات بنغ.

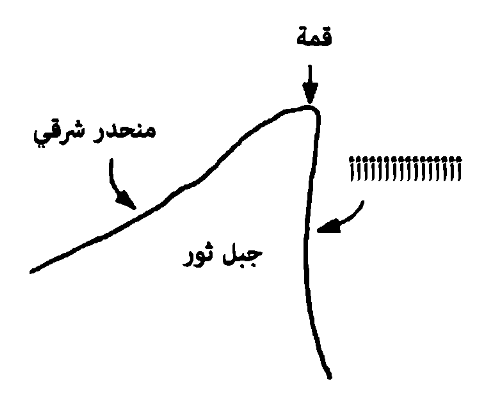

آوه - بيانات هالتي الجديدة!
ينبغي أن أعرف ما إذا أصابت طلقتي من البلازما أي شخص!
هنا الإنترنت
دنغ دونغ

سقوط حر

س. أي مكان على وجه الأرض سوف يتيح لك القفز منه في أطول سقطة حرة؟ ماذا عن استخدام بذلة طيران السنجاب؟

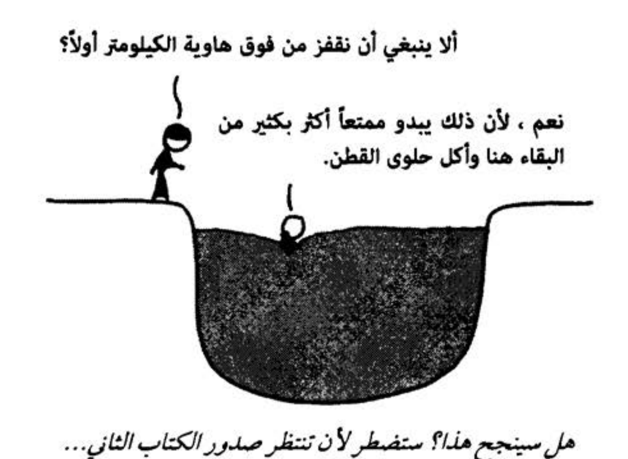
- دهاش شريفاثسا

ج. **أكبر سقوط عمودي بحت** على الأرض هو وجه جبل ثور في كندا، والذي يبدو شكله هكذا:



المصدر:AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
AAAAAAAAAAAAAAAAAAA AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

لجعل هذا السيناريو مروِّعاً بدرجة أقل، دعنا نفترض أن هناك في أسفل الهاوية حفرة مليئة بمادة ما منفوشة - مثل حلوى القطن (غزل البنات) - لكي تمتص صدمتك بأمان.



هل سينجح هذا؟ ستضطر لأن تنتظر صدور الكتاب الثاني...

تكون السرعة النهائية حوالى 55 متراً في الثانية تقريباً لإنسان يسقط في وضع منفرج. ويستلزم الأمر بضعة مئات من الأمتار للوصول إلى تلك السرعة، لذلك فإنك ستستغرق أكثر من 26 ثانية بقليل لتسقط المسافة كاملة.

ماذا يمكنك أن تفعل في 26 ثانية؟

بالنسبة للمبتدئين، إنه وقت كافٍ للعب بالنسخة الأصلية من عالم سوبر ماريو 1-1، من أولها إلى آخرها، على افتراض أن توقيتك مثالي وأن تختصر الطريق بالعبور من خلال الأنبوب.

وهي كذلك طويلة بما يكفي لتفوِّت مكالمة هاتفية. دورة رنين الهاتف لشركة سبرينت (رينغ سايكل الخاصة بشركة سبرينت) -الزمن الذي يرن فيه الهاتف قبل أن يتحول إلى بريد صوتي- هو 23 ثانية[1].

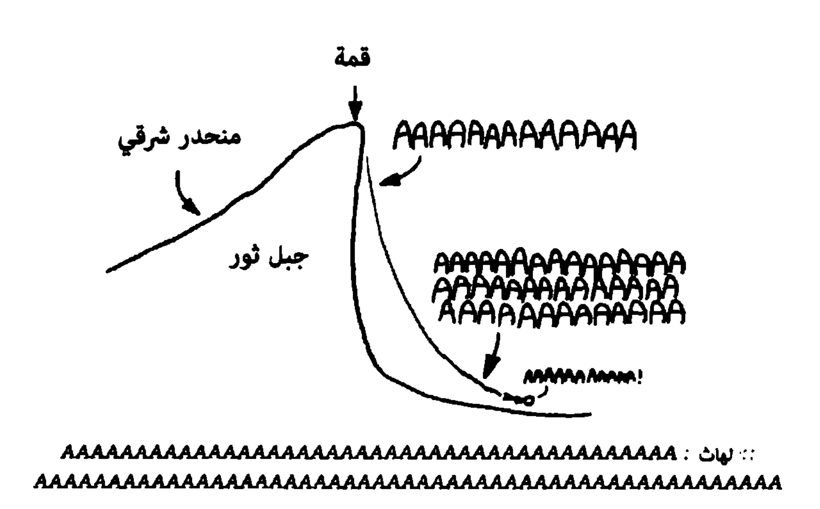
آسف، فوّت مكالمتك، ولكن إن وقفت عند سفح جبل ثور، فسوف أعود إليك قريباً جداً.

(1) بالنسبة لأولئك الذين يسجلون الأرقام، ذلك يعني أن ملحمة رينغ سايكل لواجنر أطول بـ 2,350 مرة.

إذا اتصل شخص ما بهاتفك، وبدأ يرن في اللحظة التي قفزت بها، فسوف ينتقل إلى بريد صوتي قبل 3 ثوانٍ من وصولك إلى القاع.

من ناحية أخرى، إذا قفزت من فوق أجراف موهر في إيرلندا، والتي يبلغ ارتفاعها 210 متراً، فسوف تكون قادراً على السقوط فقط لفترة ثماني ثوانٍ - وأكثر قليلاً في حال كانت التيارات الصاعدة قوية جداً. إن ذلك ليس وقتاً طويلاً، ولكن وفقاً لريفر تام، باستخدام أنظمة تفريغ ملائمة، قد يكون وقتاً كافياً لسحب جميع الدم الموجود في جسمك.

حتى الآن، افترضنا أنك تسقط عمودياً. ولكنك لست مضطراً لفعل ذلك. حتى بدون أي أجهزة خاصة، من الممكن لمظليّ ماهر -حالما يصل إلى السرعة القصوى- أن ينحدر على زاوية 45 درجة، تقريباً. من خلال الانزلاق بعيداً عن قاعدة الجرف، يمكنك أن تطيل سقطتك كثيراً.



:: لهاث : AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

من الصعب تحديد مدى البعد بالضبط. وإضافة إلى التضاريس المحلية، فإن الأمر يعتمد كثيراً، أيضاً، على اختيار الملابس. كما يعبر عن ذلك تعليق ورد في ويكي بشأن أرقام قفز القاعدة (BASE jumping) القياسية،

من الصعب العثور على الرقم القياسي لأطول [وقت سقوط] بدون بذلة أجنحة، وذلك نظراً لأن الخط بين الجينز وبذلة الأجنحة قد أصبح غير واضح منذ إدخال ملابس أكثر تقدماً.

ما يقودنا إلى بذلة الأجنحة - إنها نقطة الوسط بين السروال المظلة ومظلات الهبوط.

تجعلك بذلات الأجنحة تسقط ببطء أكبر بكثير. فقد قام أحد العاملين في مجال بذلات الأجنحة بنشر بيانات تتبع من سلسلة من القفزات. وقد أظهرت أنه أثناء الانزلاق، من الممكن لبذلة أجنحة أن تفقد الارتفاع ببطء يصل إلى 18 متراً في الثانية - تحسن كبير عن 55 متراً في الثانية.

حتى عند تجاهل الحركة الأفقية، فإن ذلك سوف يطيل أمد سقطتنا إلى ما يزيد عن دقيقة. وذلك وقت طويل بما يكفي لمباراة في لعبة الشطرنج. وهو أيضاً وقت كافٍ لغناء أول مقطع -بصورة ملائمة- من أغنية آر إي إم، «إنها نهاية العالم كما نعرفه It's the End of the World as We Know It» متبوعة -بشكل ملائم بقدر أقل- بالفاصل الموسيقي الكامل من الجزء الأخير من أغنية سبايس غيرلز «أريد أن أكون Wannabe».

عندما نُدرج أجرافاً أعلى ومفتوحة بانحدارات أفقية، يصبح الوقت أطول حتى.

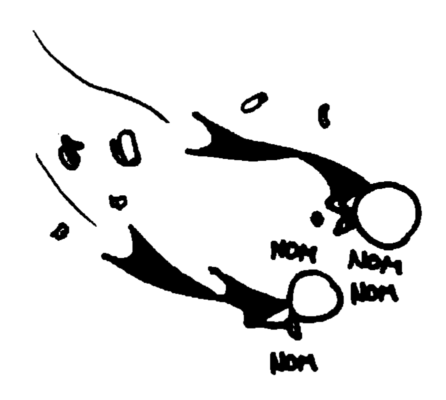
هناك الكثير من الجبال التي يمكنها ربما أن تدعم طيرانات ببذلات أجنحة لفترات طويلة جداً. على سبيل المثال، لجبل ناغا باربات، في الباكستان، انحدار يصل إلى أكثر من 3 كيلومترات بزاوية حادة بشكل مناسب. (ومن المفاجئ أن بذلة الأجنحة تستمر بالعمل بشكل جيد في هواء رقيق جداً، على الرغم من أن القافز يحتاج إلى الأكسجين، وسوف تنزلق بسرعة أكبر من العادية.)

حتى الآن، الرقم القياسي لأطول قفزة من قاعدة باستخدام بذلة الأجنحة يحمله دين بوتر، الذي قفز من جبل آيغر -جبل في سويسرا- وحلق لمدة ثلاث دقائق وعشرين ثانية.

ما الذي تستطيع أن تفعله في ثلاث دقائق وعشرين ثانية؟

لنفترض أننا قمنا بتوظيف جوي تشستنت وتاكيرو كوباياشي، أقوى أبطال العالم في مسابقات الأكل.

إذا كان بإمكاننا أن نجد طريقة لهما لكي يجعلا بذلات الأجنحة تعمل أثناء الأكل بأقصى سرعة، وقفزا من جبل آيغر، فإنه يمكنهما -نظرياً- التهام 45 قطعة هوت دوغ فيما بينهما قبل أن يصلا إلى الأرض...



... الأمر الذي سوف يجعلهما، إن لم يكن هناك شيء آخر، يحرزان ما يمكن أن يكون أغرب رقم قياسي في التاريخ.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد

لـ ماذا لو؟ رقم 9

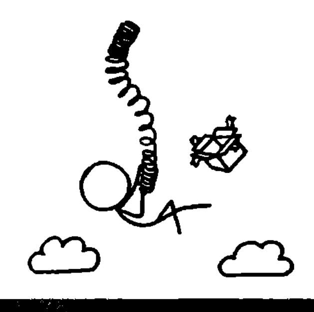
س. هل يمكنك البقاء على قيد الحياة في مواجهة موجة مدّية عاتية من خلال غمر نفسك في بركة داخل الأرض؟

- كريس موسكا

هذه الفكرة
فعلياً نبيه
أسبستوس
غزو روسيا في الشتاء
وصل شريحة طاقة بنفسها من أجل الحصول على طاقة مجانية
تتمات ماتريكس
رباط القطط
يبدو نبيه
يبدو أحمق
حرائق الغابات المسيطر عليها
جراحة العين بالليزر
خبز شرائح
فعلياً أحمق
وضع عفن على الالتهابات

س. إذا كنت تسقط سقوطاً حراً وتعطّلت مظلة الهبوط، ولكن لديك سلك زنبركي فولاذي (سلنكي) مع كتلة، وتوتر، ..إلخ مناسبين للغاية. هل سيكون من الممكن أن تنقذ نفسك من خلال إلقاء النابض الفولاذي نحو الأعلى بينما تتشبث بالطرف الأخر؟

- فاراداراجان سرينيفاسان



سبارتا

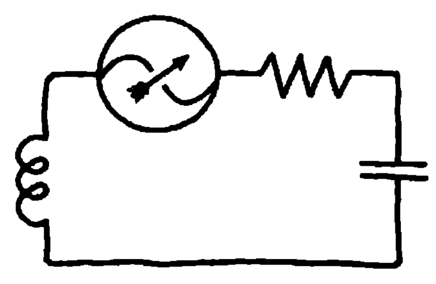
س. في فيلم 300، يقومون برمي سهام نحو السماء، وعلى ما يبدو أنهم طمسوا الشمس. هل هذا ممكن، وكم عدد السهام التي يحتاجها ذلك الأمر؟

- آنا نيويل

ج. من الصعب جدا جعل هذا الأمر ينجح.

محاولة 1

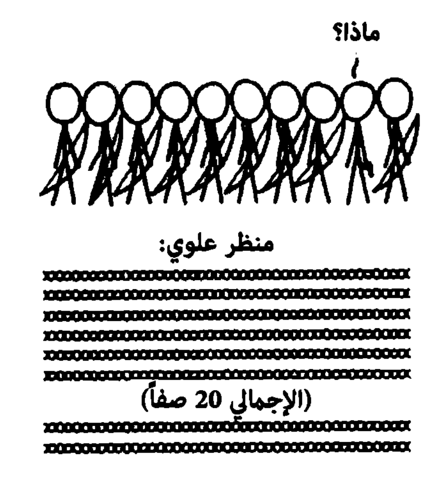
يستطيع رماة القوس الطويل أن يُطلقوا من ثمانية إلى عشرة أسهم في الدقيقة. وبمصطلحات الفيزياء، فإن رامي القوس الطويل هو عبارة عن مولِّد سهام بتردد 150 ملي هيرتز.



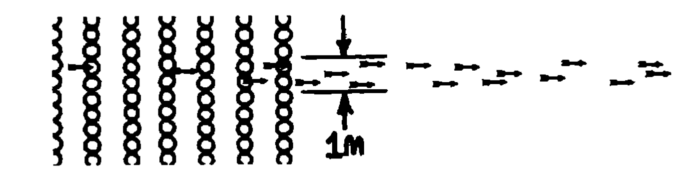
كل سهم يبقى لثوانٍ قليلة في الهواء. إذا كان معدل زمن بقاء السهم فوق ساحة المعركة يبلغ 3 ثوانٍ، عندئذ يكون حوالى 50 بالمائة من جميع الرماة لديهم سهام في الهواء في أي وقت محدد.

وكل سهم يعترض حوالى 40 سم^2 من ضوء الشمس. ونظراً لأن الرماة لديهم أسهم في الهواء فقط في نصف الوقت، فكل واحد يعترض من ضوء الشمس 20 سم^2 بالمتوسط.

إذا كان الرماة متراصين في صفوف، حيث يوجد اثنان من الرماة في كل متر، وصف واحد كل متر ونصف، وإذا كانت سرية الرامي بعمق 20 صفاً (30 متراً)، عندئذ لكل متر من العرض ...



... سوف يكون هناك 18 سهماً في الهواء.



18 سهماً تعترض فقط حوالى 0.1 بالمائة من الشمس من ميدان الرماية. إننا بحاجة لإدخال تحسينات على هذا الأمر.

محاولة 2

أولاً، يمكننا رصّ الرماة على نحو ضيق أكثر. فإذا وقفوا بكثافة جمهور ساحة موش[1]، يمكننا مضاعفة عدد الرماة في القدم المربع إلى ثلاثة أضعاف. ومن المؤكد أن ذلك سيجعل إطلاق السهام أمراً صعباً، ولكنني متأكد من أنهم سوف يبتكرون طريقة لذلك.

يمكننا توسيع عنق عمود إطلاق السهام إلى 60 متراً. وذلك يعطينا كثافة تبلغ 130 رامياً في كل متر.

بأي سرعة يمكنهم أن يرموا السهام؟

في النسخة المطولة من فيلم العام 2001 «سيد الخواتم: رفقة الخواتم Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring»

هناك مشهد تقوم فيه مجموعة من الأوركات (الجنود الأشباح)[2] بالهجوم على ليغولاس، ويقوم ليغولاس بسحب ورمي أقواس في تتابع سريع، مسقِطاً المهاجمين واحداً تلو الآخر برمية واحدة لكل منهم.

---

(1) قاعدة تقريبية: شخص واحد في متر مربع يعتبر حشداً خفيفاً، وأربعة أشخاص في متر مربع يعتبر ساحة موش.

(2) لتوخي الدقة، كانوا أوروك-هاي Uruk-Hai وليس أوركات orcs نموذجيين. والطبيعة الدقيقة لكلمة أوروك-هاي تعتبر مخادِعة قليلاً. لقد اقترح تولكاين أنه تم تكوينهم عن طريق التهجين المختلط بين البشر والأوركات. من ناحية أخرى، وفي مسودة سابقة نُشرَت في «كتاب الحكايات المفقودة The Book of Lost Tales»، أشار، بدلاً من ذلك، إلى أن الأوروك قد وُلدت من «الحرارة والحمأة الجوفية للأرض.» وعندما كان على المخرج بيتر جاكسون أن يقرر ما الذي سيعرضه على الشاشة في تكييف فيلمه، اختار بحكمة النسخة الأخيرة.

لم يكن باستطاعة الممثل الذي أدى الدور، أورلاندو بلوم، رمي السهام بتلك السرعة. لقد كان في الواقع يرمي قوساً فارغاً، وكانت تتم إضافة الأسهم باستخدام تقنية صور مُنشأة بالحاسوب «CGI». ونظراً لأن سرعة الرمي هذه بدت، بالنسبة للجمهور، بأنها سريعة بصورة مثيرة للإعجاب، ولكنها ليست غير قابلة للتصديق فيزيائياً، فهي توفر حداً أعلى ملائماً لحساباتنا.

دعنا نفترض أننا نستطيع تدريب رماة لتكرار سرعة ليغولاس في الرمي بمعدل سبعة سهام في ثماني ثوانٍ.

في تلك الحالة، فإن عمودنا من الرُماة (الذين يرمون ما هو مستحيل: 339 سهماً لكل متر) سوف يحجب فقط 1.56 بالمائة من أشعة الشمس التي تمر عبرها.

محاولة 3

دعونا نستغني عن الأقواس كلياً ونزود رماتنا ببنادق غاتلينغ التي تُطلق السهام. إذا كانوا يستطيعون إطلاق 70 سهماً في الثانية، فإن ذلك يضيف 110 أمتار مربعة من الأسهم لكل 100 متر مربع من ميدان المعركة! رائع!

ولكن هناك مشكلة. على الرغم من أن السهام لديها مساحة مقطع عرضي إجمالي يبلغ 100 متر، فإن بعضاً منها يظلل بعضه البعض.

المعادلة التي تزودنا بالجزء من الأرض المغطى بعدد كبير من السهام التي تتراكب فوق بعضها البعض، هي كما يلي:

$$\left(\frac{\text{مساحة السهم}}{\text{مساحة الأرض}}\right)^{\text{عدد السهام}}$$

بواسطة 110 أمتار مربعة من الأسهم، سوف تتمكن من تغطية ثلثي ساحة المعركة. ونظراً لأن أعيننا تقدِّر السطوع على مقياس لوغاريتمي، فإن تخفيض سطوع

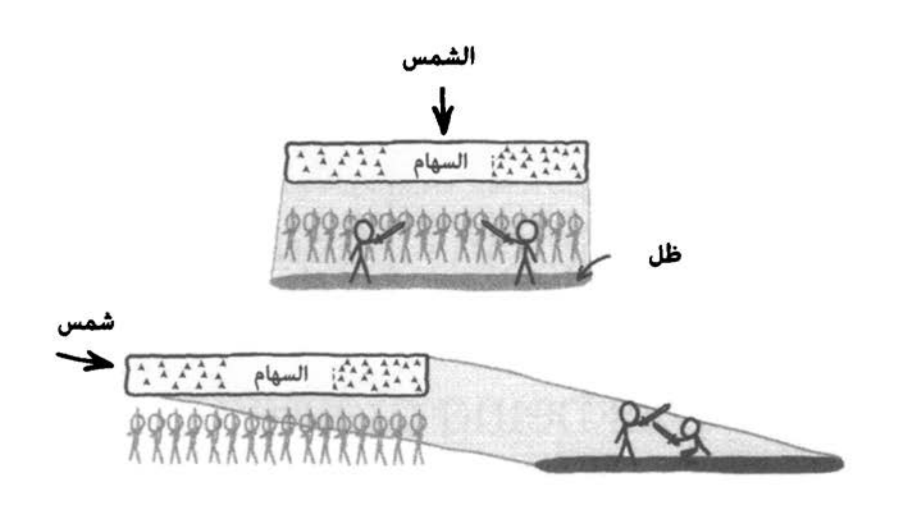
الشمس إلى ثلث قيمته العادية سوف يُرى على أنه تعتيم طفيف، وبالتأكيد ليس «حجباً كلياً للشمس.»

عند استخدام سرعة رمي غير واقعية إلى حد أكبر حتى، من الممكن أن نجعلها تنجح. فإذا قامت البنادق برمي 300 سهم في الثانية، يمكنها أن تحجب 99 بالمائة من أشعة الشمس التي تصل إلى ميدان المعركة.

ولكن هناك طريقة أسهل.

محاولة 4

كنا نفترض ضمنياً أن الشمس عمودية فوق رؤوسنا. ذلك بالتأكيد ما يُظهِره الفيلم. فإذا كانت الشمس منخفضة في الأفق الشرقي، وكان الرماة يرمون الأسهم باتجاه الشمال، عندئذ سيكون على الضوء أن يمر عبر عمود السهام بأكمله، مع إمكانية مضاعفة تأثير الظل ألف مرة.



بطبيعة الحال، لن يتم توجيه السهام إلى أي مكان قريب من جنود العدو. ولكن، لكي نكون منصفين، كل ما قالوه هو إن السهام تحجب الشمس. ولم يقولوا أي شيء عن إصابة أي كان.

ومن يدري، فربما، ضد العدو المناسب، ذلك هو كل ما يحتاجون إليه.





تفريغ المحيطات

س. ما مدى السرعة التي سيتم فيها تفريغ المحيطات إذا تم إنشاء بوابة دائرية قطرها 10 متر تفضي إلى الفضاء في قاع تشالنجر ديب، أعمق بقعة في المحيط؟ كيف ستتغير الأرض أثناء تفريغ المياه؟

- تيد إم

ج. هناك أمر اريد أن أستبعده أولاً:

وفقاً لحساباتي التقريبية، إذا غرقت حاملة طائرات وعلقت عند فتحة التصريف، سيكون الضغط كافياً بسهولة لتنطوي على بعضها وتُشفَط عبره. رووووعة.

كم تبعد هذه البوابة بالضبط؟ إذا وضعناها بالقرب من الأرض، سوف يسقط المحيط مجدداً إلى داخل الغلاف الجوي. وأثناء سقوطه، سوف يسخن ويتحول إلى بخار سوف يتكثف ويعود ليسقط إلى داخل المحيطات كأمطار. وسوف يؤدي تدفق الطاقة الداخل إلى الغلاف الجوي لوحده إلى إثارة شتى أصناف الفوضى بمناخنا، وكذلك ستفعل الغيوم الهائلة من البخار على ارتفاعات شاهقة.

إذن، دعنا نضع بوابة التفريغ في مكان بعيد - في المريخ، على سبيل المثال. (في الواقع، أنا أصوّت على أن نضعها مباشرة فوق مركبة روفر كيوريوزيتي. بتلك الطريقة، سوف تحصل، في نهاية المطاف، على دليل لا يقبل الجدل بوجود ماء على سطح المريخ.)

ماذا يحدث للأرض؟

ليس بالشيء الكثير، في الواقع أن تفريغ المحيطات سيحتاج إلى مئات الآلاف من السنين.

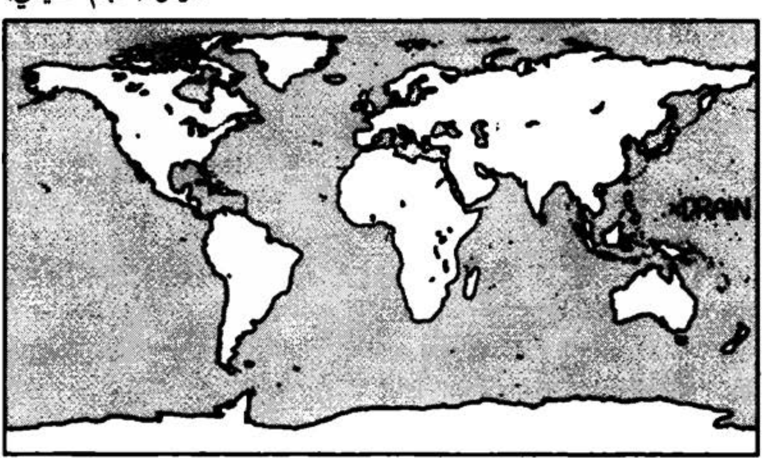
وعلى الرغم من أن الفتحة أعرض من ملعب كرة سلة، وأن الماء يندفع بسرعات كبيرة جداً، فإن المحيطات ضخمة. وعندما بدأتَ، سينخفض مستوى المياه أقل من سنتيمتر واحد في اليوم.

ولن تكون هناك حتى دوامة رائعة على السطح - الفتحة صغيرة جداً والمحيط عميق جداً. (إنه السبب ذاته في عدم تكوّن دوامة في حوض الاستحمام إلى أن يتم تفريغ أكثر من نصف الماء الذي فيه.)

ولكن دعنا نفترض أننا سرَّعنا التفريغ من خلال فتح المزيد من فتحات التصريف[1]، بحيث يبدأ مستوى المياه بالانخفاض بصورة أسرع. دعنا نلقي نظرة على الكيفية التي ستتغير فيها الخريطة.

هنا كيف تبدو عند البداية:

الأرض (حجم حقيقي)

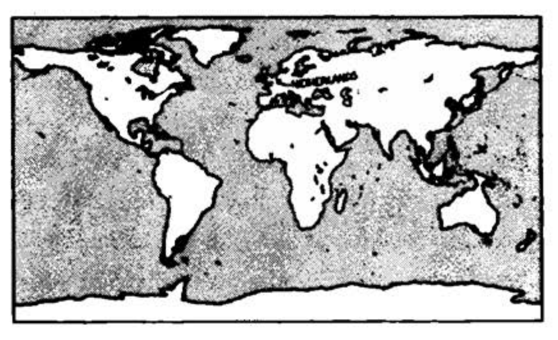


هذا إسقاط متساوي المستطيلات (c.f. xkcd.com/977)

(1) تذكر تنظيف فلتر الحيتان كل بضعة أيام.

وهنا الخريطة بعد أن انخفضت المحيطات 50 متراً:

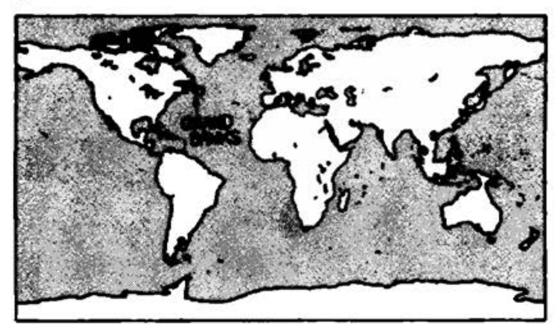
- 50 متراً



إنها مشابهة كثيراً، ولكن هناك بعض التغييرات الصغيرة. سيريلانكا وغينيا الجديدة وبريطانيا العظمى وجاوه وبورنيو، جميعها الآن متصلة بجيرانها.

وبعد 2000 سنة من محاولة صد اندفاع البحر، ها هي هولندا، أخيراً، مرتفعة وجافة، ولم تعد تعيش مع التهديد المستمر لفيضان كارثي. والهولنديون متفرغون لتحويل طاقتهم نحو التوسع الخارجي. إنهم ينتشرون على الفور ويطالبون بحق امتلاك الأراضي التي كُشِفَت حديثاً.

100 متراً

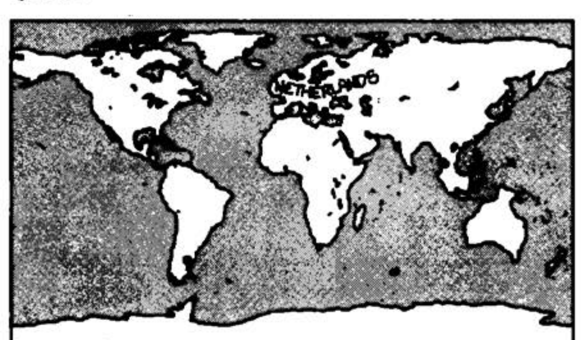


عندما يصل مستوى البحر إلى (ناقص) 100 متر، ستنكشف جزيرة ضخمة على ساحل نوفا سكوشا – الموقع السابق لغراند بانكس.

قد تبدأ بملاحظة أمر غريب: لا تتقلص جميع البحار. على سبيل المثال، البحر الأسود ينكمش قليلاً ثم يتوقف.

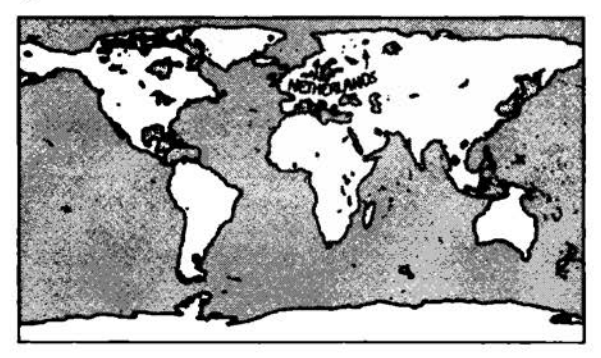
وذلك لأن هذه المسطحات المائية لم تعد متصلة بالمحيط. ومع انخفاض مستوى المياه، بعض الأحواض توقفت عن التفريغ في الهادي. وبناء على تفاصيل أرضية البحر، فإن تدفق المياه خارج الحوض قد ينحت قناة أعمق متيحاً للمياه الاستمرار في التدفق. ولكن معظمها سوف تصبح، في نهاية المطاف، غير ساحلية وتتوقف عن التفريغ.

200 متراً



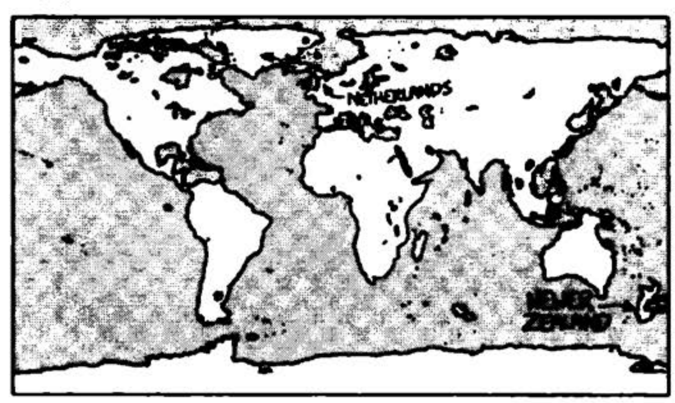
عند 200 متر، تبدأ الخريطة في أن تبدو غريبة الشكل. وهناك جزر جديدة تظهر. إندونيسيا عبارة عن كتلة كبيرة، وهولندا تسيطر الآن على معظم أوروبا.

500 متراً



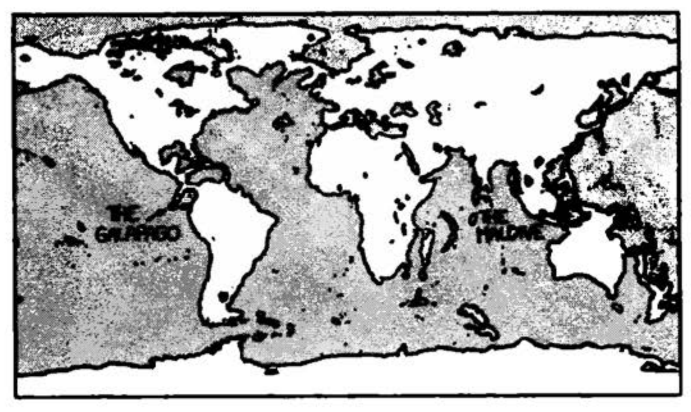
واليابان الآن عبارة عن برزخ يصل بين شبه الجزيرة الكورية وروسيا. وتكتسب نيوزيلندا جزراً جديدة. وتتوسع هولندا شمالاً.





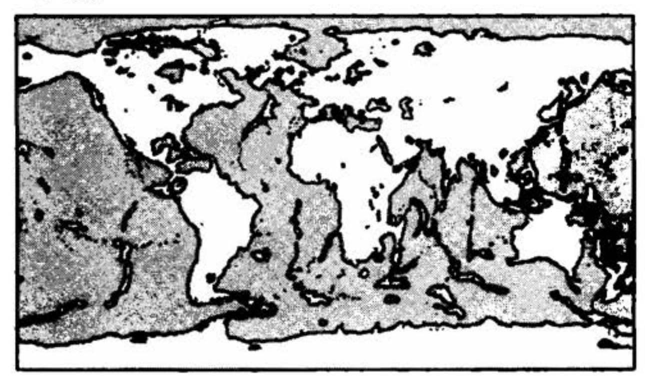
تكبر نيوزلندا بصورة دراماتيكية، وينعزل المحيط المتجمد الشمالي وتتوقف مياهه عن الهبوط. وتعبر هولندا الجسر البري الجديد إلى أمريكا الشمالية.

2 كيلومتر



هبط البحر بمقدار 2 كيلومتر. وتظهر جزر جديدة في كل مكان. ويفقد البحر الكاريبي وخليج المكسيك اتصالهما مع الأطلسي. أنا لا أعرف حتى ما تفعله نيوزلندا.

3 كيلومترات



عند 3 كيلومترات، الكثير من القمم في وسط جبال المحيط -أطول سلسلة جبلية في العالم- تقتحم السطح. وتظهر مساحات شاسعة من الأراضي الوعرة الجديدة.

5 كيلومترات



في هذه المرحلة، معظم المحيطات الكبرى أصبحت مفصولة وتوقفت عن التفريغ. ومن الصعوبة بمكان توقُّع المواقع والمساحات الدقيقة لمختلف البحار الداخلية. هذا مجرد تقدير تقريبي.

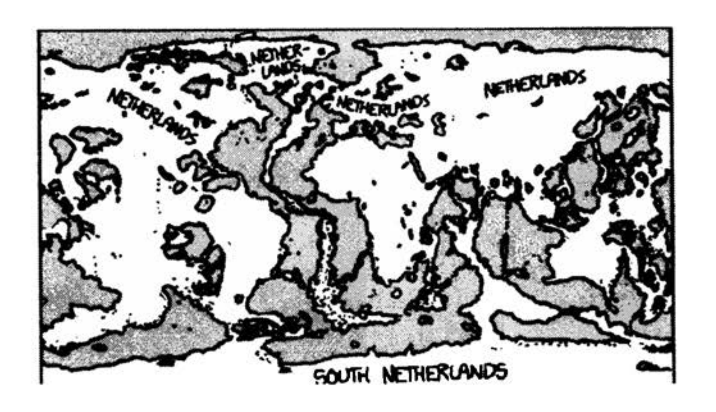
مفرغ



هذا ما تبدو عليه الخريطة عندما يَفرغ التصريف أخيراً. وهناك كمية كبيرة مفاجئة من المياه المتبقية، على الرغم من أن معظمها يتألف من بحار ضحلة جداً، مع بضعة أخاديد عمق المياه فيها يبلغ 4 أو 5 كيلومترات.

إن تفريغ نصف المحيطات سوف يغيّر، بشكل كبير، المناخ والنظم الإيكولوجية بطرق من الصعب توقعها. وعلى أقل تقدير، سوف ينطوي ذلك، بشكل شبه مؤكد، على انهيار الغلاف الحيوي وعمليات انقراض جماعي على جميع المستويات.

ولكن من الممكن -وإن يكن مستبعَداً- أن يتمكن البشر من النجاة. فإن تمكّنا من النجاة، سيكون لدينا هذا لنتطلع إليه:



تفريغ المحيط: الجزء الثاني

س. على افتراض أنك فرغت المحيطات وألقيت المياه فوق مركبة كيوريوزيتي روفر، كيف سيتغير المريخ عندما تتراكم المياه؟

- آيان

ج. في الجواب السابق، قمنا بفتح بوابة في قاع خندق ماريانا وتركنا المحيطات تُفرّغ بصورة كاملة.

لم نهتم كثيراً بشأن المكان الذي كان يتم تفريغ المحيطات فيه. وأنا اخترت المريخ، فمركبة كيوريوزيتي روفر تعمل بجد للعثور على المياه، لذا حسبت أننا نستطيع أن نجعل هذه الأمور أسهل بكثير بالنسبة لها.



كيوريوزيتي موجودة عند فوهة غيل (Gale Crater)، وهي انخفاض دائري على سطح المريخ ويوجد في وسطها قمة اسمها جبل الريح (Mount Sharp).

هناك الكثير من المياه على المريخ، والمشكلة هي أنها مياه متجمدة، فالمياه السائلة لا تبقى كثيراً هناك بسبب البرودة الشديدة، ولأن كمية الهواء قليلة جداً.

إذا وضعت كأساً من المياه الدافئة على المريخ، فسوف تحاول أن تغلي، وتتجمد، وتتسامى، كل ذلك في آن معاً، عملياً. ويبدو أن المياه على المريخ تريد أن تكون في أية حالة ما عدا السائلة.

من ناحية أخرى، نقوم بإلقاء كميات كبيرة من المياه بسرعة كبيرة (جميعها فوق الصفر المئوي بدرجات قليلة)، ولن تكون لدى تلك الكميات من المياه الوقت الكافي لتتجمد أو تغلي أو تتسامى. وإذا كانت بوابتنا كبيرة بما فيه الكفاية، فسوف تبدأ المياه بتحويل فوهة غيل إلى بحيرة، تماماً كما كانت ستفعل على الأرض. ويمكننا استخدام خريطة طوبوغرافية المريخ الممتازة، لوكالة الماسح الجيولوجي الأميركي «USGS»، لكي نرسم بيانياً تقدُّم المياه.

هنا فوهة غيل عند بداية تجربتنا:



مع استمرار التدفق، تمتلئ البحيرة، دافنة كيوريوزيتي تحت مئات الأمتار من المياه.



في نهاية المطاف، يصبح جبل الريح جزيرة. من ناحية أخرى، وقبل أن تختفي القمة بصورة كاملة، تفيض المياه على الحافة الشمالية من الفوهة وتبدأ بالتدفق خارجاً عبر الرمال.



هناك دليل على أن الجليد الموجود في تربة المريخ -بسبب موجات حرارة تحدث بين الحين والآخر- ينصهر ويتدفق كسائل. وعندما يحدث هذا، فإن مجرى المياه الهزيل يجف بسرعة قبل أن يذهب بعيداً جداً. إلا أن لدينا الكثير من المحيط تحت تصرفنا.

تدفق نحو
الخارج

فوهة غيل

شكل صفحة 212 (سفلي)

كيوريزيتي

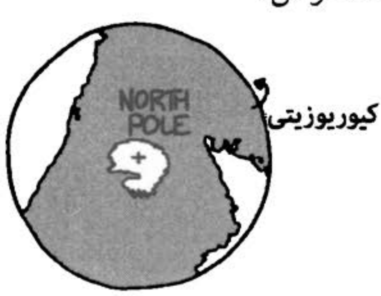
القطب الشمالي

تتجمع المياه في حوض القطب الشمالي:

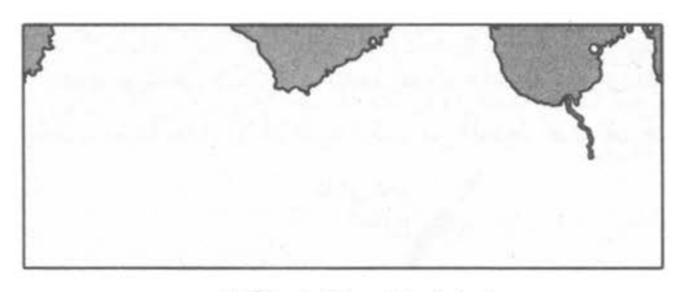
كيوريوزيتي

القطب
الشمالي

وتدريجياً، سوف تملأ الحوض.



من ناحية أخرى، إذا نظرنا إلى خريطة مناطق المريخ الأكثر استوائية، حيث توجد البراكين، سنرى أن هناك الكثير من الأراضي ما زالت بعيدة عن المياه:



إسقاط مركاتور، لا يُظهِر الأقطاب

صراحة، أعتقد أن هذه الخريطة مملة نوعاً ما، إذ لا تحدث أمور كثيرة هنا. إنها مجرد مساحة كبيرة فارغة مع بعض المحيط فوقها.

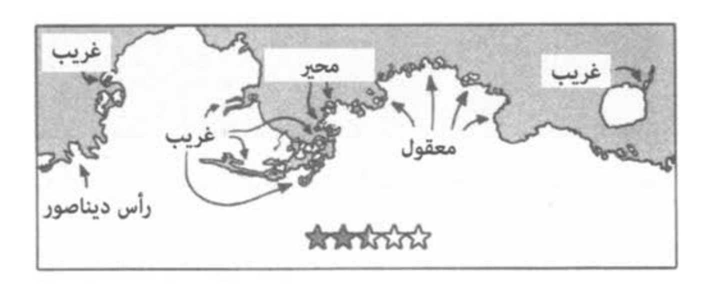


لن أشتري مرة أخرى.

لم نقترب بعد من نفاد المحيطات، ومع ذلك، فعلى الرغم من أنه كان هناك الكثير من اللون الأزرق على خريطة الأرض عند نهاية الجواب السابق، إلا أن البحار التي بقيت كانت ضحلة، ومعظم حجم المحيطات كان قد تلاشى.

إن المريخ أصغر بكثير من الأرض، لذا فإن الحجم ذاته من المياه سوف يُشكل بحراً أعمق.

عند هذه المرحلة، تملأ المياه فاليه مارينيه، مُشكِّلة بعض شواطئ غير عادية. وتصبح الخريطة مملة بدرجة أقل، ولكن الأراضي حول الأخاديد الكبيرة تؤدي إلى تكوّن بعض الأشكال الغريبة.

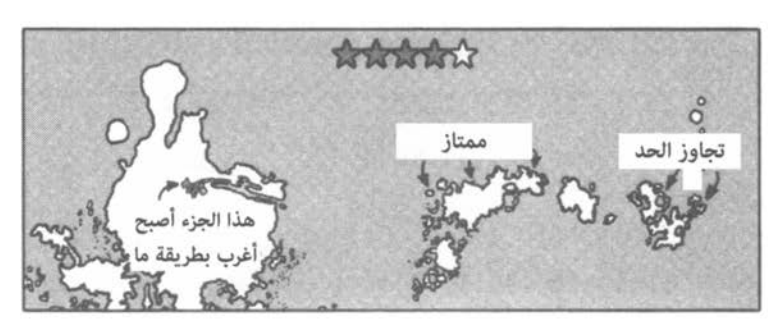


تصل المياه الآن مركبتي سبيريت وأُبورتونيتي وتبتلعهما. وفي نهاية المطاف، تقتحم فوهة هيلاس إمباكت، وهي الحوض الذي يحتوي على أخفض بقعة على المريخ.

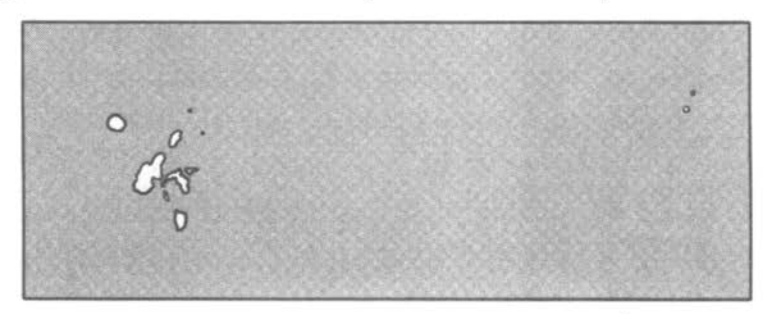
في رأيي، باقي الخريطة بدأت تبدو جميلة جداً.



مع انتشار المياه على السطح بقوة، فإن الخريطة تنقسم إلى عدة جزر كبيرة (وعدد لا يحصى من جزر أصغر).

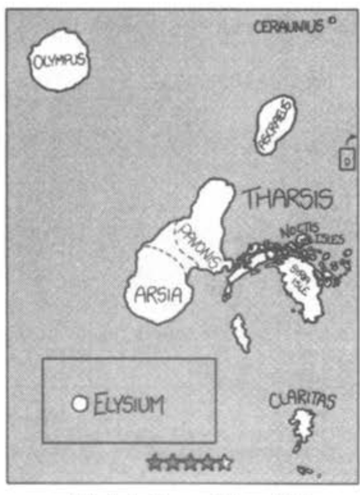


وسرعان ما تنتهي المياه من تغطية معظم الهضاب المرتفعة، تاركة فقط بضع جزر.



ومن ثم، أخيراً، يتوقف التدفق. والمحيطات، هناك بالعودة إلى الأرض، تكون قد أُفرغت.

دعنا نلقي نظرة عن قرب على الجزر الرئيسية.



لم تبق مركبات روفر فوق المياه

أوليمبوس مونس، وبعض البراكين الأخرى، تبقى فوق المياه. ومن المثير للاستغراب، أنها ليست حتى قريبة من أن تُغمَر. وما يزال أوليمبوس مونس يرتفع ما يزيد عن 10 كيلومترات فوق مستوى البحر. وللمريخ بعض الجبال الضخمة.

تلك الجزر المجنونة ناجمة عن مياه تملأ نوكتيس لابيرينثس (متاهة الليل)، وهي مجموعة غريبة من الأخاديد ما يزال أصلها يشكّل لغزاً.

إن المحيطات على المريخ لن تدوم. قد يكون هناك بعض الاحتباس الحراري العابر، ولكن في النهاية، المريخ بارد جداً. وفي نهاية المطاف، سوف تتجمد المحيطات، وتصبح مغطاة بالغبار، وتهاجر تدريجياً إلى التربة دائمة التجمدعند القطبين.

من ناحية أخرى، سوف يستغرق ذلك وقتاً طويلاً، وإلى أن يحدث ذلك، سيكون المريخ مكاناً مثيراً للاهتمام أكثر بكثير.

عندما تأخذ بالاعتبار أن هناك نظام بوابة جاهزاً ليتيح التنقل بين الكوكبين، تكون العواقب حتمية:



تويتر

س. ما هو عدد التغريدات الفريدة الممكنة في اللغة الإنجليزية؟ كم من الوقت سيستغرق سكان العالم لقراءتها جميعها بصوت مرتفع؟

- إيريك إتش، هوباتكونغ، إن جي

عالياً في الشمال في أرض تسمى سفيثجود، هناك تقف صخرة، يبلغ علوها مائة ميل وعرضها مائة ميل. مرة كل ألف عام يأتي طائر صغير إلى هذه الصخرة لشحذ منقاره. وعندما أصبحت الصخرة محتوتة، عندئذ سيكون يوم واحد من الأبدية قد انقضى.

- هيندريك ويليم فان لون

ج. يبلغ طول التغريدات 140 علامة كتابية. وهناك 26 حرفاً في اللغة الإنجليزية – 27 إن أدرجتَ فراغات التباعد. باستخدام تلك الأبجدية، هناك $27^{140} \approx 10^{200}$ مقطع ممكن.

ولكن تويتر لا يقيدك بتلك الأحرف. إذ لديك كل رموز اليونيكود (الترميز الموحد) لتستخدمها، والتي يوجد فيها مليون علامة كتابية مختلفة. إن الطريقة التي يقوم فيها تويتر بعدّ العلامات الكتابية هي طريقة معقدة، إلا أن عدد المقاطع الممكنة يمكن أن يصل إلى 10^{800}.

بطبيعة الحال، جميع المقاطع، تقريباً، ستكون عبارة عن خليط فوضوي من علامات كتابية بلا معنى من دزينة من اللغات المختلفة. وحتى إذا اقتصرتَ على أحرف اللغة الإنجليزية الـ 26، فإن المقاطع ستكون مليئة بمجموعات فوضوية بلا معنى مثل

«ptikobj». إن سؤال إريك كان بشأن التغريدات التي تعبّر فعلياً عن شيء ما باللغة الإنجليزية. كم عدد ما هو ممكن من تلك التغريدات؟

هذا سؤال صعب. ربما يكون أول ما قد يتبادر إلى ذهنك هو السماح بالكلمات الإنجليزية فقط. بعدئذ يمكنك أن تحصرها في جمل سليمة قواعدياً.

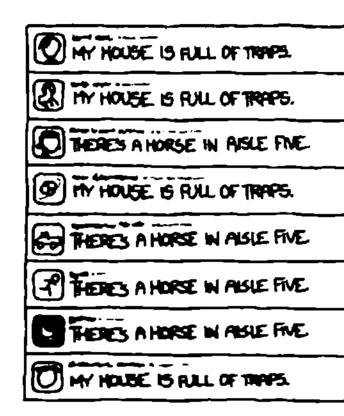
ولكن الأمر يصبح عويصاً. على سبيل المثال، «I'm Mxyztplk, Hi» تعتبر جملة سليمة قواعدياً إذا تصادف أن اسمك هو Mxyztplk. (بعد التفكير ملياً، إنها سليمة قواعدياً إذا كنت تكذب.) من الواضح أنه من غير المنطقي حساب أي مقطع يبدأ بـ «... I'm, Hi» على أنه جملة منفصلة. فبالنسبة لمتحدث عادي باللغة الإنجليزية، فإن «I'm Mxyztplk, Hi» لا يمكن تمييزها جوهرياً عن «I'm Mxzkqklt, Hi» وينبغي لكلتيهما أن لا تُحسبا. ولكن من المؤكد أن «I'm xPoKeFaNx, Hi» هي مختلفة بشكل واضح عن أول جملتين، على الرغم من أن «xPoKeFaNx» ليست كلمة إنجليزية بأي حال من الأحوال.

يبدو أن طريقتنا في قياس التمييز بدأت تتهاوى. ولحسن الحظ، هناك نهج آخر.

دعنا نتخيل لغة فيها جملتان سليمتان فقط، وينبغي أن تكون كل تغريدة هي واحدة من هاتين الجملتين. الجملتان هما:

- «There's a horse in aisle five» «هناك حصان في الممر رقم خمسة»
- «My house is full of traps» «منزلي مليء بالفخاخ»

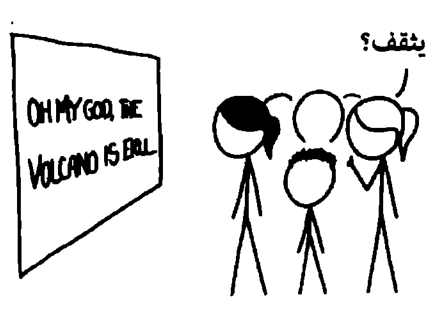
سوف يبدو تويتر هكذا:



تعتبر الرسائل طويلة نسبياً، ولكن ليس هناك الكثير من المعلومات في كل منها - كل ما تخبرك به هو ما إذا قرر الشخص إرسال رسالة الفخاخ أم رسالة الحصان. إنها فعلياً 1 أو 0. وعلى الرغم من أن هناك الكثير من الأحرف، بالنسبة لقارئ يعرف نمط اللغة، فإن كل تغريدة تحمل بِتاً «bit» واحداً فقط من المعلومات لكل جملة.

يلمح هذا المثال إلى فكرة عميقة جداً، والتي تتمثل في أن المعلومات مرتبطة بصورة أساسية بعدم تيقن المتلقي بشأن محتوى الرسالة وقدرته على توقعها مسبقاً[1].

لقد كان لدى كلود شانون -الذي ابتكر نظرية المعلومات الحديثة بمفرده، تقريباً- طريقة ذكية لقياس محتوى لغة ما من المعلومات. فقد كان يعرض على مجموعات من الناس عينات من اللغة الإنجليزية المكتوبة النموذجية، التي كانت تُقطَع عشوائياً في مكان ما، ثم كان يطلب منهم أن يتوقعوا أي حرف كان يأتي تالياً.



إنه يهدد بغمر بلدتنا بالمعلومات!

بناءً على معدلات التخمينات الصحيحة -وتحليل رياضي صارم- حدد شانون أن محتوى المعلومات في اللغة الإنجليزية المكتوبة النموذجية كان 1.0 إلى 1.2 بِت لكل حرف. وهذا يعني أن خوارزمية ضغط جيدة يجب أن تكون قادرة على أن تضغط نص أسكي (ASCII) باللغة الإنجليزية -والذي هو 8 بِتات لكل حرف- إلى حوالى 1/ 8

(1) كما أنها تنوه إلى فكرة ضحلة جداً تتمثل في أن هناك حصاناً في الممر رقم خمسة.

(ثُمن) حجمه الأصلي. وفي الواقع أنك إذا استخدمت ضاغط ملفات جيد على كتاب إلكتروني (txt ebook.) فهذا ما ستجده، تقريباً.

إذا كانت قطعة نصية تحتوي على ن بِت من المعلومات، فإن ذلك يعني، بطريقة ما، أن هناك $2^{ن}$ من الرسائل المختلفة التي يمكن أن توصلها. وهناك قدر من التلاعب الماهر بالرياضيات هنا (ينطوي، من بين أمور أخرى، على طول الرسالة وشيء ما اسمه «unicity distance»)، ولكن خلاصة الأمر هي أنه يشير إلى أن هناك تغريدات مختلفة لها معنى في اللغة الإنجليزية في حدود $2^{140 \times 1.1} \approx 2\times10^{46}$، بدلاً من 10^{200} أو 10^{800}.

الآن ما مدى الوقت الذي سيستغرقه العالم لقراءتها جميعها بصوت مرتفع؟

سيستغرق شخص واحد 10^{47} ثانية لقراءة 2×10^{46} تغريدة. إنه عدد من التغريدات كبير جداً إلى درجة أنه لا يهم ما إذا كان شخص واحد يقرؤه أم مليار شخص - فلن يكونوا قادرين على إحداث أي أثر ذي معنى في القائمة في عمر الأرض.

بدلاً من ذلك، دعنا نفكر مرة أخرى في الطير الذي يشحذ منقاره على قمة الجبل. لنفترض أن الطير يحف قطعة ضئيلة جداً من صخرة الجبل عندما يزورها مرة كل ألف سنة، وأنه يحمل معه عشرات من جسيمات الغبار تلك عندما يغادر. (الطير العادي ربما يترك من منقارة على قمة الجبل مادة أكثر مما يحت، ولكن، فعلياً، ليس هناك شيء آخر طبيعي بشأن هذا السيناريو، أيضاً. لذا سوف نتماشى معه.)

لنقل إنك تقرأ التغريدات بصوت مرتفع لمدة 16 ساعة في اليوم، يومياً. ومن خلفك، يصل الطير مرة كل ألف سنة ويحت بمنقاره شذرات غير مرئية من الغبار من قمة جبل الـ 100 ميل.

عندما يكون الجبل قد أصبح محتوتاً ومسوّياً بالأرض، فذلك هو اليوم الأول من الأبدية.

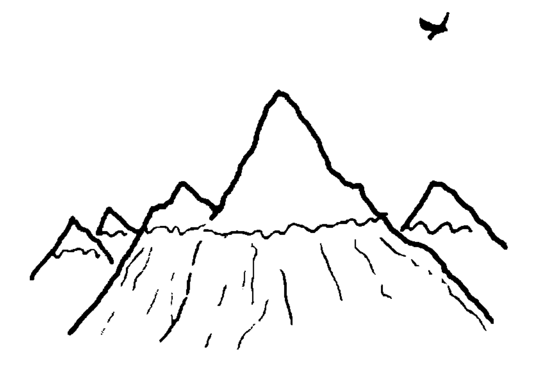
الجبل يظهر من جديد وتتكرر الدورة مرة أخرى ليوم أبدي آخر: إن 365 يوماً أبدياً -كل واحد منها يبلغ طوله 10^{32} سنة- تكوِّن سنة أبدية واحدة.

مائة سنة أبدية، يكون الطير قد سحق فيها 500 , 36 جبل، تُشكل قرناً أبدياً.

ولكن قرناً غير كافٍ. ولا ألفية.

إن قراءة جميع التغريدات الممكنة يحتاج إلى عشرة آلاف سنة أبدية.

ذلك وقت كافٍ لمشاهدة كل التاريخ البشري يتكشف، بدءاً من اختراع الكتابة إلى الوقت الحالي، مع كل يوم يدوم بالفترة ذاتها التي يستغرقها الطير في حت جبل.



في حين أن 140 علامة كتابية قد لا تبدو كثيرة، فإن الأشياء التي يمكن أن نقولها لن تنفد منا أبداً.

جسر من الليغو

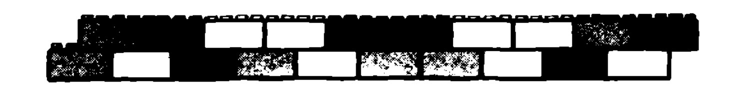
س. كم عدد حجارة طوب الليغو التي تلزم لبناء جسر قادر على تحمل حركة المرور بين لندن ونيويورك؟ هل تم صنع ذلك العدد من طوب الليغو؟

- جيري بيترسون

ج. دعنا نبدأ بهدف أقل طموحاً.

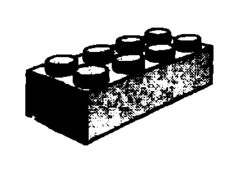
تركيب الوصلة Making the connection

لقد كان هناك بالتأكيد ما يكفي من طوب الليغو «Lego»[1] لربط نيويورك ولندن. وباستخدام وحدات ليغو «LEGO»[2]، فإن نيويورك ولندن تبعدان عن بعضهما البعض 700 مليون ستد (studs). ذلك يعني أنك إذا قمت بترتيب حجارة الطوب هكذا...



(1) على الرغم من أن المهتمين قد يشيرون إلى أنه ينبغي أن تكتب «LEGO».

(2) في الواقع أن مجموعة ليغو «LEGO Group®» تضب أن يستخدم هذا الأسلوب «*LEGO®*».



... سيتطلب الأمر 350 مليون منها لربط المدينتين. ولن يكون الجسر قادراً على الحفاظ على نفسه متماسكاً، أو حمل أي شيء أكبر من شخصيات ليغو «LEGO®»[1] الصغيرة جداً. ولكنها بداية.

لقد تم إنتاج 400 مليار قطعة ليغو «Lego»[2] على مر السنين. ولكن كم من هذه القطع هي حجارة طوب يمكنها أن تساعد في بناء جسر، وكم منها هي حواف خوذات صغيرة تضيع داخل سجادة؟

دعنا نفترض أننا نبني جسرنا من قطعة الليغو «LeGo»[3] الأكثر شيوعاً - الطوبة 4 × 2.

باستخدام بيانات مزوَّد بها من قِبل دان بوغر، وهو مؤرشف أطقم ليغو «Lego»[4] ومُشغِّل موقع بيانات ليغو «Peeron.com»، خرجتُ بالتقدير التقريبي التالي: 1 من كل 50 إلى 100 قطعة هي من الطوبات قياس4 × 2. وهذا يشير إلى أن حوالى 5 – 10 مليارات طوبة ما زالت موجودة، وذلك أكثر من كافٍ لجسرنا الذي يبلغ عرضه قالب واحد.

دعم السيارات

بطبيعة الحال، إذا كنا نريد دعم حركة المرور، فإنه ينبغي علينا أن نجعل الجسر أعرض قليلاً.

ربما أننا نريد أن نجعل الجسر طافياً. إن المحيط الأطلسي عميق،[بحاجة إلى مصدر] ونريد أن نتجنب، إن كان بإمكاننا ذلك، بناء أبراج بارتفاع 3 أميال من طوب الليغو.

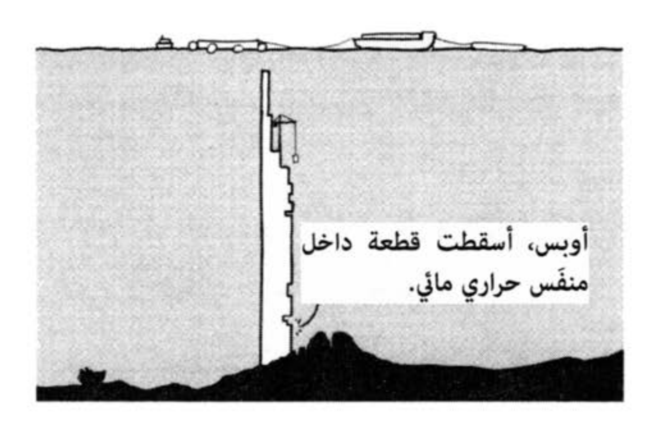
---

(1) من جهة أخرى، الكتّاب ليسوا مُلزمين قانونياً بإدراج رمز العلامة التجارية. دليل أسلوب ويكيبيديا يقتضي كتابتها «Lego.»

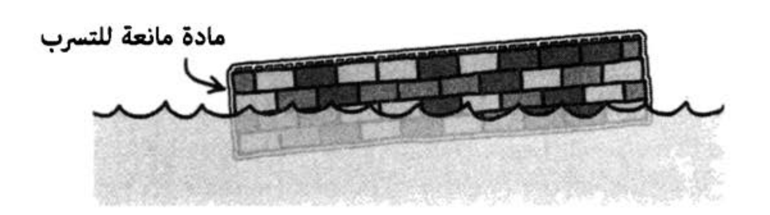
(2) أسلوب ويكيبيديا لا يخلو من نقاده. لقد تضمنت مناقشة صفحة المحادثة عن هذه المسألة صفحات عديدة ومناقشات ساخنة، بما في ذلك عدة تهديدات قانونية مضلِّلة. كما أنهم يناقشون الحروف المائلة.

(3) حسناً، لا أحد يكتبها بهذا الأسلوب.

(4) جميل.



إن طوبات ليغو لا تمنع تسرب الماء عندما ترتبط مع بعضها البعض[1]، والبلاستيك المستخدَم في صناعتها أثقل من الماء. وتلك مشكلة يسهل حلها. فإذا وضعنا طبقة من مادة مانعة للتسرب على السطح الخارجي، تكون الكتلة الناجمة عن ذلك أقل كثافة من الماء بكثير.



لكل متر مكعب من الماء يقوم بإزاحته، يستطيع الجسر أن يحمل 400 كغم. وسيارة الركاب النموذجية تزن أقل بقليل من 2000 كغم، لذلك، فإن جسرنا سوف يكون بحاجة إلى حد أدنى يبلغ 10 أمتار مكعبة من الليغو لدعم كل سيارة ركاب.

إذا جعلنا الجسر بسماكة متر واحد وبعرض 5 أمتار، عندئذ سوف يتمكن من البقاء طافياً بدون أية مشكلة -على الرغم من أنه قد يكون بانخفاض قريب من سطح الماء- وسيكون متيناً بما يكفي للقيادة عليه.

---

(1) المصدر: ذات مرة، صنعت قارباً من الليغو ووضعته في الماء وغرق.

طوب الليغو «Legos»[1] قوي جداً: فوفقاً لتحقيق أجرته بي بي سي، يمكنك أن تقوم برصّ ربع مليون طوبة 2×2 فوق بعضها البعض قبل أن تنهار الطوبة التي في الأسفل[2].

إن المشكلة الأولى بهذه الفكرة هي أنه لا يوجد في العالم ما يكفي من طوب الليغو لبناء جسر من هذا النوع. ومشكلتنا الثانية هي المحيط.

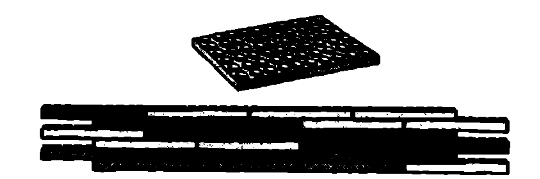
قوى متطرفة

يعتبر شمال الأطلسي مكاناً عاصفاً. وفي حين أن جسرنا قد ينجح في تجنب الأقسام الأكثر سرعة من تيار الخليج، إلا أنه سوف يبقى معرَّضاً لقوى الرياح والأمواج الشديدة.

إلى أي مدى نستطيع أن نجعل جسرنا قوياً؟

بفضل بحث أجراه باحث في جامعة جنوب كوينزلاند، اسمه تريستان لوستروه، لدينا بعض البيانات عن مقاومة الشد لبعض وصلات الليغو، والنتيجة التي وصل إليها، مثل نتيجة البي بي سي، هي أن الليغو متين إلى حد مدهش.

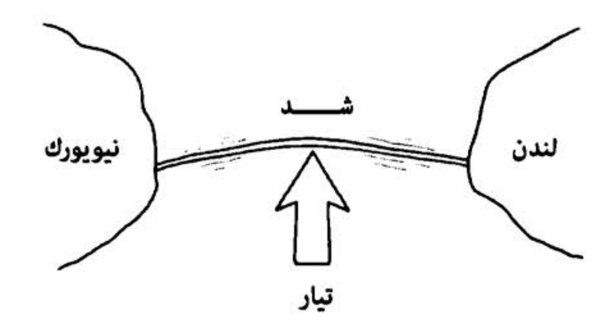
إن التصميم المثالي سوف يستخدم صفائح طويلة رقيقة تتداخل مع بعضها البعض:



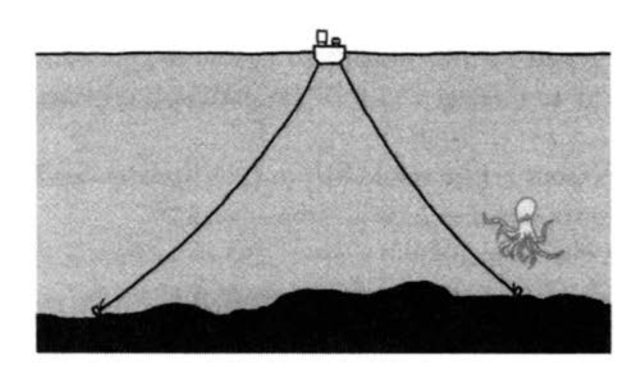
هذا التصميم سيكون متيناً جداً -وسوف تكون مقاومة الشد مماثلة للخرسانة- ولكن، عملياً بعيد عن أن يكون متيناً بما يكفي، فسوف تقوم الرياح والأمواج والتيار بدفع مركز الجسر جانبياً، ما يؤدي إلى إنشاء شدٍّ هائل في الجسر.

(1) سوف أتلقى بعض الرسائل الإلكترونية الغاضبة بشأن هذا.

(2) ربما كان يوماً قليل الأحداث.



والطريقة التقليدية للتعامل مع هذا الوضع تتمثل بتثبيت الجسر في الأرض بحيث أنه لا يمكن أن ينجرف بعيداً إلى أي جانب. وإذا سمحنا لأنفسنا باستخدام الكوابل، إضافة إلى طوب الليغو[1]، يمكننا تصور ربط هذا الشيء الهائل في أرض المحيط[2].

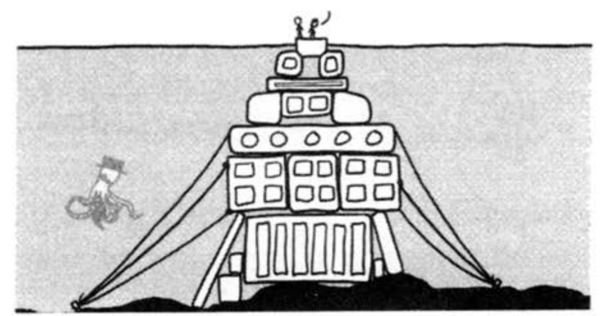


ولكن المشاكل لا تنتهي هناك، إذ أن جسراً عرضه 5 أمتار، قد يكون قادراً على دعم مركبة فوق بركة هادئة، ولكن جسرنا ينبغي أن يكون كبيراً بما يكفي ليبقى فوق المياه عندما تتكسر الأمواج فوقه. ونظراً لأن الارتفاعات النموذجية للأمواج في عرض المحيط تبلغ عدة أمتار، لذا ينبغي أن يكون سطح جسرنا عائماً فوق المياه بارتفاع 4 أمتار، على الأقل.

(1) ومادة منع التسرب.
(2) إذا كنا نريد محاولة استخدام قطع ليغو، لكن بإمكاننا الحصول على أطقم تحتوي على حبال نايلون.

يمكننا أن نجعل هيكلنا أكثر قدرة على الطفو من خلال إضافة أكياس هوائية وأجسام فارغة، ولكن من الضروري جعلها أعرض - وإلا سوف تنقلب. وهذا يعني أن علينا أن نضيف مزيداً من المراسي، مع عوامات على تلك المراسي لمنعها من الغرق. إن العوامات توجِد مزيداً من العوائق، ما يضع جهداً أكبر على الكوابل ويدفع هيكلنا إلى الأسفل، الأمر الذي يجعلنا بحاجة إلى المزيد من العوامات على الهيكل...

انتظر، هذه مجرد فكرة البرج مرة أخرى.



أرض المحيط

إن أردنا بناء جسرنا في قاع المحيط، ستكون لدينا بضعة مشاكل، إذ لن نتمكن من إبقاء الأكياس الهوائية مفتوحة تحت الضغط، لذا سيكون على الهيكل أن يدعم وزنه. من أجل التعامل مع الضغط النجم عن تيارات المحيط، ينبغي أن نجعل الجسر أوسع. وفي النهاية، سوف نقوم فعلياً ببناء طريق مرتفعة (causeway).

وكأثر جانبي، سوف يقوم جسرنا بإيقاف دورة شمال المحيط الأطلسي. ووفقاً لعلماء المناخ، ربما يكون هذا «سيئاً جداً»[1].

(1) تابعوا قائلين، «انتظر، ماذا قلت إنك كنت تحاول أن تبني؟» وكذلك، «كيف وصلت إلى هنا، على أي حال؟»

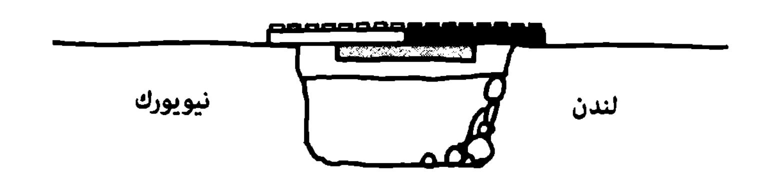
علاوة على ذلك، سوف يعبر الجسر سلسلة جبال منتصف الأطلسي، وتتباعد أرضية الأطلسي نحو الخارج من شق سفلي في الوسط، بمعدل -بوحدات الليغو- ستد واحد كل 112 يوماً. وسيتعين علينا بناء وصلات تمدد، أو الاتجاه نحو الوسط في كثير من الأحيان وإضافة مجموعة من الطوب.

التكلفة

طوب الليغو مصنوع من بلاستيك إيه بي سي، الذي يكلف حوالى دولار أميركي لكل كيلوغرام في وقت كتابة هذا. حتى أبسط تصميم للجسر، ذلك المكوّن من الحبال الفولاذية بطول كيلومتر[1]، سوف يكلف 5 تريليونات دولار أميركي.

ولكن خذ بالاعتبار ما يلي: القيمة الإجمالية لسوق العقارات في لندن يبلغ 2.1 تريليون دولار أميركي، وأسعار الشحن عبر الأطلسي تبلغ 30 دولاراً أميركياً لكل طن.

وهذا يعني أننا، بقيمة أقل من تكلفة الجسر، نستطيع شراء جميع الممتلكات في لندن وشحنها قطعة قطعة إلى نيويورك. ويمكننا بعدئذ إعادة تركيبها على جزيرة جديدة في ميناء نيويورك، ثم يمكننا ربط المدينتين معاً بجسر من الليغو أبسط بكثير.



وقد يتبقى لدينا ما يكفي لشراء ذلك الطقم الجميل لمركبة صقر الألفية (Millennium Falcon)

(1) الحلقة المفضلة من مسلسل الأصدقاء (*Friends*).

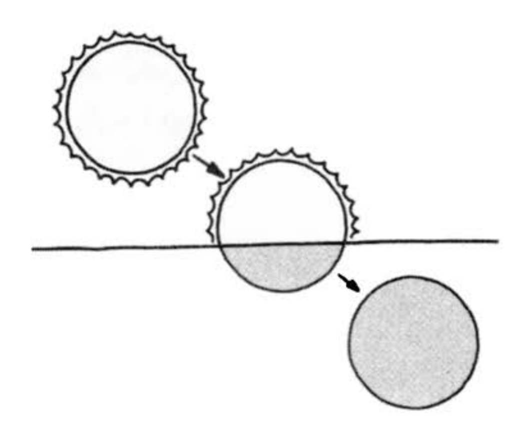
أطول غروب للشمس

س. ما هو أطول غروب ممكن للشمس تستطيع مشاهدته أثناء القيادة، على افتراض أنك تلتزم بحدود السرعة وأنك تسير على طرق معبَّدة؟

- مايكل بريغ

ج. للإجابة عن هذا، ينبغي علينا أن نكون متأكدين مما نقصد بـ «غروب الشمس.»

هذا غروب الشمس:



ليس غروباً للشمس (لأغراضنا)

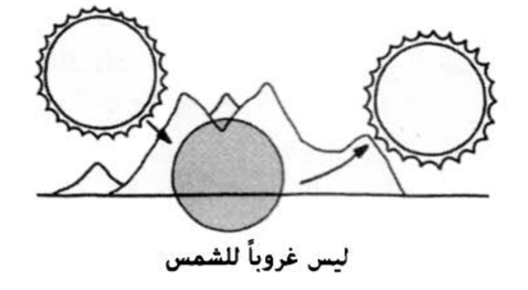
ليس غروباً للشمس

ليس غروباً للشمس

ليس غروباً للشمس

يبدأ غروب الشمس في اللحظة التي تقوم فيها الشمس بملامسة الأفق، وينتهي عندما تختفي كلياً. وإذا لامست الشمس الأفق ثم ارتفعت عائدة نحو الأعلى، فإن ذلك لا يصلح أن يعتبَرَ غروباً للشمس.

وحتى يُحتسَب غروباً للشمس، ينبغي أن تثبت الشمس وراء الأفق المثالي، وليس فقط وراء تلة قريبة، فهذا ليس غروب شمس، حتى وإن بدا كما لو كان غروباً:


ليس غروباً للشمس

والسبب في أنه لا يمكن احتسابه على أنه غروب هو أنك إذا استطعت استخدام عوائق بصورة اعتباطية، يمكنك أن تُحدِث غروب شمس في أي وقت بالاختباء وراء صخرة.

كما أن علينا أن نأخذ بالاعتبار الانكسار، فالغلاف الجوي يعمل على انحناء الضوء، لذا عندما تكون الشمس عند الأفق فإنها تبدو كما لو كانت أعلى بعرض شمس مما لو كان خلاف ذلك. ويبدو أن الممارسة المعيارية تُدرِج الأثر المتوسط لهذه الحسابات، والتي قمتُ بإجرائها هنا.

عند خط الاستواء، في شهر آذار/ مارس وفي شهر أيلول/ سبتمبر، تكون فترة غروب الشمس أكثر بقليل من دقيقتين. وأقرب إلى القطبين، في أماكن مثل لندن، يمكن أن يستغرق ما بين 200 و300 ثانية. إنه أقصر ما يكون في الربيع والخريف (عندما تكون الشمس فوق خط الاستواء) وأطول ما يكون في الصيف وفي الشتاء.

إذا وقفت ثابتاً عند القطب الجنوبي في أوائل شهر آذار/ مارس، تبقى الشمس في السماء طوال اليوم، حيث تدور دورة كاملة فوق الأفق مباشرة. وفي وقت ما من 21 آذار/ مارس، تقوم بملامسة الأفق في غروب الشمس الوحيد طوال السنة. ويدوم غروب الشمس هذا 38-40 ساعة. ما يعني أنها تدور أكثر من دورة كاملة حول الأفق أثناء غروبها.

ولكن سؤال مايكل كان ذكياً جداً. فقد سأل عن أطول غروب شمس يمكنك مشاهدته على طريق معبَّدة. هناك طريق إلى محطة الأبحاث في القطب الجنوبي، ولكنها غير معبَّدة - إنها مبنية من ثلوج متراكمة. ولا توجد هناك طرق معبَّدة في أي مكان بالقرب من القطبين. وربما أن أقرب طريق لأي من القطبين مؤهلة حقاً بأن توصف بأنها معبدة هي الطريق الرئيسي لبلدة لونغياربين، على جزيرة سفالبارد، في النرويج. (نهاية مدرج المطار في لونغياربين يجعلك أكثر قرباً بقليل للقطب، على الرغم من أن قيادة سيارة هناك قد يوقعك في مشاكل.)

في الواقع أن لونغياربين قريبة إلى القطب الشمالي أكثر من قرب قاعدة ماك موردو، في القارة القطبية الجنوبية، إلى القطب الجنوبي. وهناك عدد قليل من المحطات العسكرية

والبحثية، ومحطات لصيد الأسماك في أماكن أبعد إلى الشمال، ولكن فلا يوجد لأي منها الكثير من الطرق، فقط مهابط طائرات عادة ما تكون عبارة عن حصى وثلج. وإذا تجولتَ في وسط لونغياربين[1]، فإن أطول غروب للشمس يمكنك أن تشاهده سوف يكون أقصر من ساعة ببضع دقائق. وفي الواقع، من غير المهم إن كنت تقود سيارة أم لا، فالبلدة أصغر، بالنسبة لحركتك، من أن تحدِث فرقاً.

ولكن إذا توجهت نحو البر الرئيسي، حيث الطرق أطول، يمكنك أن تفعل ما هو أفضل من ذلك حتى.

فإذا بدأت بالقيادة من المناطق الاستوائية وبقيت على طرق معبَّدة، فإن أبعد مكان إلى الشمال يمكنك أن تصل إليه هو طرف الطريق الأوروبي 69 في النرويج، حيث يوجد عدد من الطرق المتقاطعة شمال الدول الاسكندنافية، لذا يبدو أن ذلك مكان جيد للبدء منه. ولكن أي طريق ينبغي أن نستخدم؟

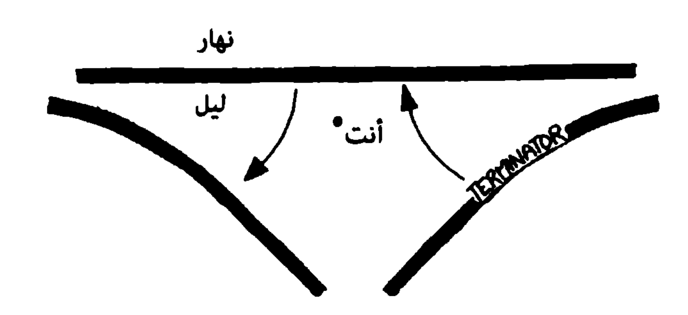
فطرياً، قد يبدو أننا نريد أن نكون أبعد ما يمكن نحو الشمال. فكلما كنا أقرب إلى القطب، كان الأمر أسهل لمواكبة الشمس.

للأسف، يتبين أن مواكبة الشمس ليست استراتيجية جيدة، إذ أنه حتى عند خطوط العرض النرويجية المرتفعة تلك، تكون الشمس سريعة جداً. وعند طرف الطريق الأوروبي 69 - أبعد مكان تستطيع الوصول إليه من خط الاستواء بينما تقود سيارتك على شوارع معبَّدة - سيكون ما زال يتعين عليك أن تقود بنصف سرعة الصوت لمواكبة الشمس. (والطريق الأوروبي E69 يتجه شمال -جنوب، وليس شرق- غرب، لذا سوف تقود سيارتك نحو بحر بارنتس، على أي حال.)

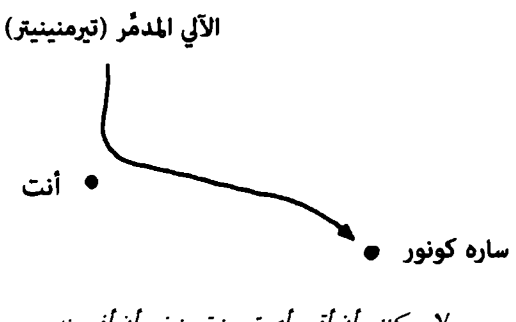
لحسن الحظ، هناك نهج أفضل.

إذا كنت في شمال النرويج في يوم تكون الشمس فيه بالكاد تغرب ثم ترتفع مرة ثانية، فإن الخط الفاصل (بين الليل والنهار) «terminator» يتحرك عبر الأرض وفقاً لهذا النمط:

(1) التقط صورة مع إشارة «معبَر دب قطبي».



(ينبغي ألا يكون هناك التباس مع الآلي المدمِّر «Terminator»، الذي يتحرك عبر الأرض وفق هذا النمط:)



لا يمكنني أن أقرر أي تيرمنيتر ينبغي أن أفر منه.

ومن أجل مشاهدة غروب شمس طويل، فإن الاستراتيجية بسيطة: انتظر التاريخ الذي يكون فيه الخط الفاصل سيصل بالكاد إلى موقعك فقط. إجلس في سيارتك إلى أن يصل الخط الفاصل إليك، قم بقيادة سيارتك باتجاه الشمال لكي تبقى متقدماً عليه قليلاً لأطول فترة ممكنة (حسب مخطط الطريق المحلي)، بعدئذ نفذ التفاف دوران وعودة (U-turn) وقم بقيادة سيارتك عائداً إلى الجنوب بسرعة كافية بحيث تستطيع تجاوزه نحو أمان الظلام[1].

(1) هذه التعليمات تنجح أيضاً مع النوع الآخر من التيرمنينيتر.

ومن المثير للدهشة أن هذه الاستراتيجية تنجح بشكل جيد بالدرجة ذاتها في أي مكان داخل الدائرة القطبية الشمالية، لذا يمكنك الحصول على غروب الشمس الطويل هذا على العديد من الطرق عبر فنلندا والنرويج. وقد أجريتُ بحثاً لمسارات قيادة مع غروب شمس طويل، باستخدام «PyEphem» وبعض علامات نظام تحديد المواقع العالمي لطرق النرويج السريعة، ووجدتُ أنه على نطاق واسع من الطرق وسرعات القيادة، كان أطول غروب للشمس يبلغ، باستمرار، حوالى 95 دقيقة - ما يعتبر تحسناً بحوالى 40 دقيقة على استراتجية الجلوس في مكان واحد في سفالبارد.

ولكن إذا كنتَ عالقاً في سفالبارد وأردتَ أن تجعل غروب الشمس -أو شروق الشمس- يدوم لفترة أطول قليلاً، فيمكنك دائماً محاولة الدوران عكس عقارب الساعة[1]. صحيح أن ذلك سيضيف مجرد جزء صغير من النانو ثانية غير قابل للقياس بالنسبة لساعة الأرض، ولكن الأمر يعتمد على مع من تكون ...



... فقد يستحق الأمر ذلك.

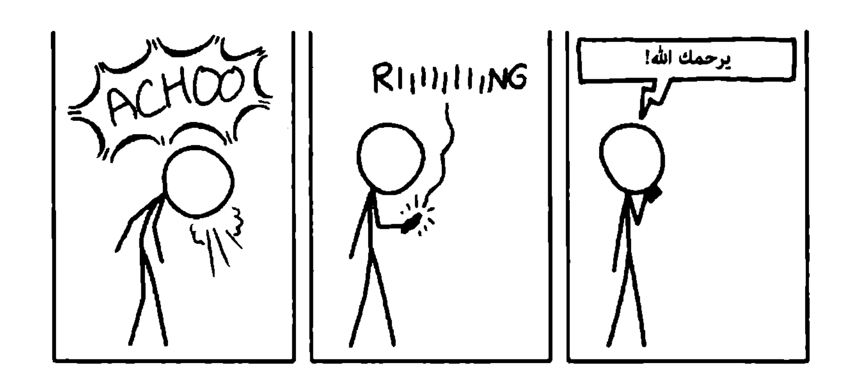
(1) xkcd, «Angular Momentum.» http://xkcd.com/162/.

عطس أثناء اتصال هاتفي عشوائي

س. إذا اتصلت برقم عشوائي وقلت «يرحمك الله»، ما هي احتمالات أن يكون الشخص الذي يرد قد عطس للتو؟

- ميمي

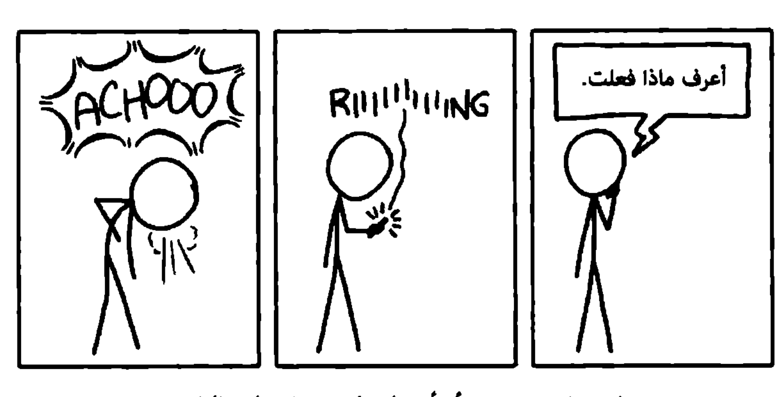
ج. من الصعب العثور على أرقام جيدة بشأن هذا، ولكنه بحدود 1 إلى 40,000.



قبل أن تلتقط هاتفك، يجب أيضاً أن تكون مدركاً أن هناك احتمالاً يصل تقريباً إلى 1 في 1,000,000,000 بأن يكون من تتصل به شخص قد قتل شخصاً ما للتو[1]. فربما تريد أن تكون أكثر حذراً بدعواتك.

(1) بناء على معدل 4 إلى 100,000، وهو المعدل في الولايات المتحدة، ولكنه النهاية العليا بالنسبة للدول الصناعية.

من ناحية أخرى، نظراً لأن العطسات شائعة أكثر بكثير من جرائم القتل[1]، فما زال من المرجح أكثر أن تجد شخصاً قد عطس للتو من أن تُمسك بقاتل، لذا فإنه لا يُنصَح باعتماد هذه الاستراتيجية.



مذكرة ذهنية: سوف أبدأ بقول هذا عندما يعطس الناس.

مقارنة مع معدل جرائم القتل، فإن معدل العطس لا يحظى بكثير من البحوث العلمية. والرقم الأكثر استشهاداً به بالنسبة لمعدل تكرار العطس يأتي من مقابلة مع طبيب في أخبار إيه بي سي (ABC News)، والذي حدده في 200 عطسة لكل شخص في السنة.

أحد المصادر العلمية القليلة للبيانات عن العطس هو عبارة عن دراسة رصدت عطس الأشخاص الذين يعانون من رد فعل تحسسي. ومن أجل تقدير معدل العطس، يمكننا أن نتجاهل جميع البيانات الطبية الحقيقية التي كانوا يحاولون جمعها وننظر فقط إلى المجموعة الضابطة. فأفراد هذه المجموعة لم يتم إعطاؤهم أي مسببات للحساسية على الإطلاق، فقط كانوا يجلسون لوحدهم في غرفة لما مجموعه 176 جلسة، وكل جلسة مدتها 20 دقيقة[2].

(1) المصدر: أنت حيٌّ.

(2) من أجل السياق، ذلك تكرار أغنية «هيي جود Hey Jude» 490 مرة.

الأشخاص موضوع التجربة في المجموعة الضابطة عطسوا أربع مرات، أو نحو ذلك، أثناء تلك الـ 58 ساعة[1]، والتي تتحول -على افتراض أنهم يعطسون فقط عندما يكونون في حالة يقظة- إلى 400 عطسة لكل شخص في السنة.

يعطيك غوغل سكولار (الباحث العلمي لغوغل) 5980 مقالاً، من العام 2012، تذكر كلمة عطس «sneezing.» لو كان نصف هذه المقالات من الولايات المتحدة الأميركية، ولكل واحد منها بالمعدل أربعة مؤلفين، عندئذ، عندما تتصل بالرقم، سيكون هناك احتمال 1 في 10,000,000 أن يكون من تتصل -في ذلك اليوم تماماً- شخص ما قام بنشر مقال عن العطس.

من ناحية أخرى، هناك 60 شخصاً يموتون بسبب الصواعق في الولايات المتحدة كل سنة. ذلك يعني أن هناك احتمال 1 في 10,000,000,000,000 أن تتصل بشخص ما في الـ 30 ثانية بعد أن يكون قد تعرض لضربة صاعقة وقُتل.

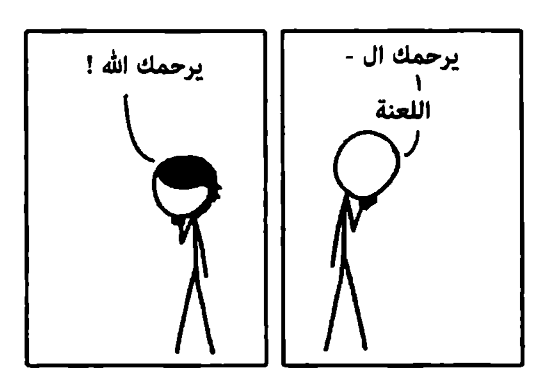


أخيراً، دعنا نفترض أنه في اليوم الذي تم نشر هذا الكتاب فيه، قرر خمسة أشخاص أن يقوموا بإجراء هذه التجربة. فإذا قاموا بالاتصال بأرقام طوال اليوم، هناك فرصة 1 إلى 30,000 بأنه في لحظة معينة من اليوم سيحصل أحدهم على إشارة مشغول، وذلك لأن الشخص الذي اتصلوا به يقوم أيضاً بالاتصال بشخص غريب عشوائي لكي يقول «يرحمك الله.»

---

(1) أكثر من 58 ساعة من الأبحاث، أربع عطسات كانت هي نقاط البيانات الأكثر إثارة للاهتمام. لربما اخترت الـ 490 «هيي جود».

وهناك فرصة في 10,000,000,000,000 في أن يكون اثنان منهم سيتصلان ببعضهما البعض في آن معاً.



عند هذه النقطة، تتوقف الاحتمالات، وسوف يتعرضان معاً لضربة صاعقة.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد

لـ ماذا لو؟ الرقم 10

س. ما هو الاحتمال في أنني إذا تعرضتُ للطعن بسكين في جذعي فإن ذلك لن يُصيب أي شيء حيوي، وسأعيش؟

... أسأل عن صديق.
أعني صديق سابق.

FORMER FRIEND, I MEAN.

س. إذا كنت على دراجة نارية وقفزتُ من انحدار ربع أنبوب، ما هي السرعة التي ينبغي أن أتحرك بها لكي أقوم بأمان بفتح المظلة والهبوط فيها؟

- مجهول

س. ماذا لو أنه في كل يوم، كان لدى كل إنسان فرصة 1 بالمائة في أن يتحول إلى ديك رومي، ولدى كل ديك رومي فرصة 1 بالمائة في التحول إلى إنسان؟

- كينيث

الأرض المتوسعة

س. كم من الوقت سيستغرق الناس لملاحظة زيادة وزنهم إذا كان متوسط نصف قطر العالم يتوسع بمقدار 1 سم كل ثانية؟ (على افتراض أن متوسط تركيبة الصخور بقيت محافظاً عليها.)

- دينيس أو دونيل

ج. **الأرض لا تتوسع**، في الوقت الحالي.

منذ أمد بعيد، يشير الناس إلى أنها ربما تتوسع. وقبل تأكيد فرضية انجراف القارات في ستينيات القرن العشرين[1]، لاحظ الناس أن القارات تناسب بعضها البعض. وكان قد تم طرح أفكار متنوعة لتفسير هذا الأمر، بما في ذلك فكرة أن أحواض المحيطات كانت عبارة عن شقوق فتِحَت في سطح كرة أرضية كانت ملساء في السابق أثناء تمددها. لم تحظَ هذه النظرية أبداً بانتشار واسع جداً[2]، على الرغم من أنه يتم تداولها دورياً على اليوتيوب.

لتجنب مشكلة شقوق الأرض، دعنا نتخيل كل المادة في الأرض، من القشرة إلى القلب، تبدأ بالتمدد بشكل منتظم. ولتجنب سيناريو تفريغ المحيطات، سوف نفترض أن المحيطات تتمدد، أيضاً[3]. جميع المنشآت البشرية سوف تبقى.

---

(1) الدليل غير القابل للجدل الذي أكد نظرية الصفائح التكتونية كان اكتشاف تمدد قاع البحر. إن الطريقة التي أكد فيها تمدد قاع البحار، وانعكاس مغناطيسية الأرض بعضها البعض بطريقة رائعة، هي أحد أمثلتي المفضلة عن الاكتشاف العلمي في العمل.

(2) تبين أنها حمقاء نوعا ما.

(3) كما يتضح، فإن المحيط يتمدد، وذلك نظراً لأنه يصبح أسخن. هذه هي (حالياً) الطريقة الوحيدة التي يقوم به الاحترار العالمي برفع مستوى البحر.

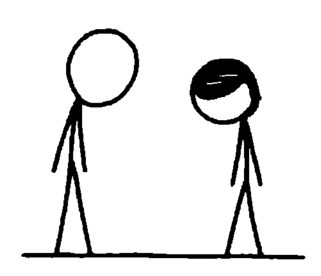
ز- 1 ثانية



عندما تبدأ الأرض بالتمدد، سوف تشعر بهزة طفيفة، وقد تفقد توازنك حتى للحظة. وذلك سيكون لفترة وجيزة جداً. ونظراً لأنك تتحرك بسرعة ثابتة نحو الأعلى، تبلغ 1 سم/ ث، فلن تشعر بأي نوع من التسارع المستمر. ولن تلاحظ أي شيء آخر طوال بقية اليوم.

ز= 1 يوم

بعد اليوم الأول، ستكون الأرض قد تمددت 864 متراً.

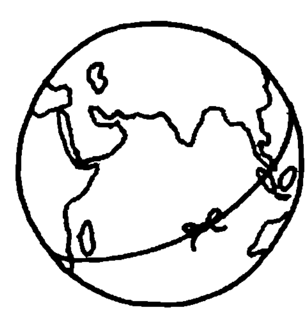


ستستغرق الجاذبية وقتاً طويلاً لكي تزداد بقدر تمكن ملاحظته. فإذا كنت تزن 70 كيلو غراماً عندما بدأ التمدد، فسوف تزن 70.01 عند نهاية اليوم الأول.

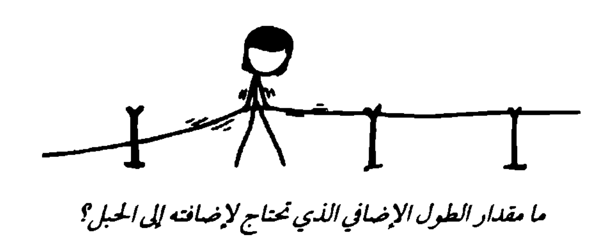
ماذا عن طرقنا وجسورنا؟ في نهاية المطاف، سوف تتحطم، أليس كذلك؟

ليس بالسرعة التي ربما تفكر بها. هنا أحجية سمعتها ذات مرة:

تخيل أنك ربطت حبلاً مشدوداً بإحكام حول الأرض، بحيث أنه يلاصق السطح في كل مكان يمر فيه.



الآن تخيل أنك أردت أن ترفع الحبل متراً واحداً عن الأرض.



ما مقدار الطول الإضافي الذي تحتاج لإضافته إلى الحبل؟

على الرغم من أنه يبدو أنك ستحتاج أميالاً من الحبل، فإن الجواب هو 6.28 متراً، إذ أن محيط الدائرة يتناسب مع نصف القطر، لذا إذا زاد القطر وحدة واحدة، فسوف يزداد المحيط 2π وحدة.

إن تمديد خط طوله 40,000 كم بمقدار 6,28 متراً يعتبر أمراً يمكن إهماله. حتى بعد يوم، فإن الـ 5.4 كم سيتم التعامل معها بسهولة من قِبل جميع المنشآت، تقريبا، فالإسمنت يتمدد ويتقلص أكثر من ذلك كل يوم.

بعد الهزة الأولية، أحد الآثار الأولى الذي سوف تلاحظه هو أن نظام المواقع العالمي الخاص بك سوف يتوقف عن العمل. إن الأقمار الصناعية سوف تبقى في المدارات ذاتها، تقريباً، ولكن التوقيت الحساس القائم عليه نظام المواقع العالمي سيكون قد انهار

تماماً في غضون ساعات. ومن بين جميع المشاكل في الهندسة، فهذه واحدة من المشاكل المعدودة التي اضطر المهندسون لأن يُدرجوا فيها كلاً من النظرية النسبية العامة والنظرية النسبية الخاصة، على حد سواء، في حساباتهم.

معظم الساعات الأخرى سوف تستمر بالعمل بطريقة حسنة. من ناحية أخرى، إذا كانت لديك ساعة بندول دقيقة، فقد تلاحظ أمراً غريباً - بحلول نهاية اليوم، سوف تكون متقدمة 3 ثوانٍ عما يفترض أن تكون عليه.

ز - 1 شهر

بعد شهر، ستكون الأرض قد تمددت بحوالى 26 كيلومتراً -زيادة بمقدار 0.4 بالمائة- وستكون كتلتها قد زادت بنسبة 1.2 بالمائة. وستكون الجاذبية السطحية قد ارتفعت بمقدار 0.4 بالمائة، بدلاً من 1.2، وذلك نظراً لأن الجاذبية السطحية تتناسب مع نصف القطر[1].

قد تلاحظ الفرق في الوزن على الميزان، ولكن ذلك ليس بالأمر المهم، فالجاذبية تتغير بهذه الكمية أصلاً من مدينة إلى أخرى. وهذا أمر من الجيد أن تتذكره عندما تشتري ميزاناً رقمياً. فإذا كان لميزانك درجة دقة لأكثر من رقمين عشريين، ينبغي أن تعايره بوزن اختباري - قوة الجاذبية في مصنع الموازين قد لا تكون بالضرورة هي ذات قوة الجاذبية في منزلك.

في حين أنك قد لا تلاحظ زيادة الجاذبية بعد، فسوف تلاحظ التمدد. وبعد شهر، سوف ترى الكثير من الشقوق تنفتح في المنشآت الأسمنتية الطويلة والتعطُّل في الطرق المرتفعة عن الأرض والجسور القديمة. ومن المحتمل أن تكون معظم المباني بخير، على الرغم من أن تلك المثبتة بإحكام في صخر الأديم قد تبدأ بالتصرف بطريقة غير متوقعة[2].

عند هذه المرحلة، سوف يبدأ رواد الفضاء في محطة الفضاء الدولية بالقلق. فلن تكون الأرض (والغلاف الجوي) آخذين بالارتفاع نحوهم فحسب، بل إن الجاذبية التي

---

(1) تتناسب الكتلة مع مكعب نصف القطر، وتتناسب الجاذبية مع الكتلة مضروبة بمعكوس مربع نصف القطر، لذا نصف قطر3 / نصف قطر2 = نصف قطر.

(2) ما تريده تماماً في ناطحة سحاب.

ازدادت سوف تؤدي إلى تقلص مدارهم ببطء. وسيكون من الضروري إخلاؤهم بسرعة حيث سيكون أمامهم بضعة أشهر، على الأكثر، قبل أن تكون المحطة قد دخلت الغلاف الجوي من جديد وتركت مدارها.

ز - 1 سنة

بعد سنة، سوف تكون الجاذبية أقوى بنسبة 5 بالمائة. ومن المحتمل أنك سوف تلاحظ زيادة الوزن، وبالتأكيد ستلاحظ تعطل الطرق والجسور وخطوط الكهرباء والأقمار الصناعية والكابلات البحرية. وسوف تكون ساعتك البندولية الآن قد تقدمت 5 أيام.

ماذا عن الغلاف الجوي؟

إذا لم يكن الغلاف الجوي يتزايد مثل البر والمياه، فإن الضغط الجوي سوف يبدأ بالانخفاض. وهذا يعود إلى مجموعة من الأسباب. فعندما تزداد الجاذبية، يصبح الهواء أثقل. ولكن نظراً لأن الهواء ينتشر فوق مساحة أكبر، فإن الأثر الكلي سوف يتمثل بانخفاض ضغط الهواء.

من ناحية أخرى، إذا كان الغلاف الجوي يتوسع أيضاً، فإن الضغط الجوي السطحي سوف يرتفع. وبعد مرور سنوات عديدة، لن تكون قمة جبل إيفرست ضمن «منطقة الموت» بعد ذلك. من جانب آخر، ونظراً لأنك ستكون أثقل -وسيكون الجبل أعلى- فإن تسلقه سوف يتطلب عملاً أكثر.

ز - 5 سنوات

بعد خمس سنوات، ستكون الجاذبية أقوى بنسبة 25 بالمائة. فإذا كنت تزن 70 كغم عندما بدأ التمدد، سيكون وزنك الآن 88 كغم.

معظم بُنيتنا التحتية ستكون قد انهارت. وسيكون سبب الانهيار هو تمدد الأرض من تحتها وليس ازدياد الجاذبية. وبصورة مفاجئة، سوف تكون معظم ناطحات السحاب متماسكة جيداً تحت جاذبية أكبر[1]. ذلك أن العامل المحدِّد ليس الوزن، وإنما الرياح.

---

(1) على الرغم من أنني لن أثق بالمصاعد.

ز = 10 سنوات

بعد عشر سنوات، ستكون الجاذبية أقوى بنسبة 50 بالمائة. وفي السيناريو الذي لا يتمدد فيه الغلاف الجوي، سوف يصبح الهواء رقيقاً إلى درجة أنه يصعب التنفس حتى على مستوى سطح البحر. وفي السيناريو الآخر، سوف نكون بخير لفترة أطول قليلاً.

ز = 40 سنة

بعد 40 سنة، ستكون الجاذبية السطحية قد تضاعفت ثلاث مرات[1]. عند هذه المرحلة، حتى أقوى البشر لن يكون بإمكانهم المشي إلا بصعوبة بالغة. وسيكون التنفس صعباً. وسوف تسقط الأشجار. ولن تتمكن المحاصيل من الوقوف بسبب وزنها. وسوف يشهد كل جانب جبلي، تقريباً، انهيارات أرضية هائلة في أثناء بحث المادة عن ركن ضحل أكثر لتستقر فيه.

كما أن النشاط الجيولوجي سوف يتسارع. ومعظم حرارة الأرض تُستمَد من التحلل الإشعاعي للمعادن الموجودة في القشرة والوشاح[2]، ومزيد من الأرض يعني مزيداً من الحرارة. ونظراً لأن الحجم يتمدد أسرع من مساحة السطح، فإن إجمالي الحرارة المتدفقة للخارج لكل متر مربع سوف تزداد.

في الواقع أن ذلك ليس كافياً لتدفئة الكوكب كثيراً -يتم التحكم بدرجة حرارة سطح الأرض من قِبل الغلاف الجوي والشمس- ولكنه سيؤدي إلى مزيد من البراكين وإلى حركة تكتونية أسرع. وسوف يكون هذا مشابهاً لوضع الأرض قبل مليارات من السنين عندما كان لدينا قدر أكبر من المواد المشعة ووشاح أسخن.

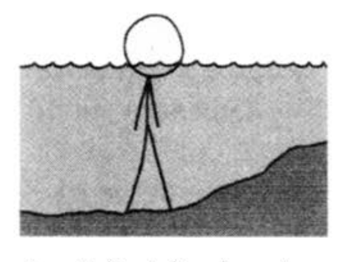
---

(1) على مدى عقود، سوف تزداد الجاذبية بسرعة أكبر قليلاً مما قد تتوقع، وذلك نظراً لأن المادة في الأرض سوف تنضغط بفعل ثقلها الذاتي. إن الضغط داخل الكواكب يتناسب طردياً، تقريباً، مع مربع مساحة السطح، لذا، سوف يتم رصّ نواة الأرض بإحكام.
http://cseligman.com/text/planets/internalpressure.htm

(2) على الرغم من أن بعض العناصر المشعة، مثل اليورانيوم، تعتبر ثقيلة، فإنه يتم دفعها خارج الطبقات السفلى لأن ذراتها لا تنسجم جيداً مع التشابكات الصخرية في تلك الأعماق. وللمزيد بشأن هذا الفصل أنظر، http://igppweb.ucsd.edu/~guy/sio103/chap3.pdf وهذا المقال
http://world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/The-Cosmic-Origins-of-Uranium/#.UlxuGmRDJf4.

قد تكون الصفائح التكتونية الأكثر نشاطاً جيدة للحياة. فالصفائح التكتونية تلعب دوراً رئيسياً في استقرار مناخ الأرض، والكواكب الأصغر من الأرض (مثل المريخ) لا تمتلك حرارة داخلية كافية لإدامة نشاط جيولوجي طويل الأمد. إن الكواكب الأكبر تفسح المجال لنشاط جيولوجي أكبر، وذلك هو السبب في أن العلماء يعتقدون أن الكواكب خارج المجموعة الشمسية والأكبر قليلاً من الأرض («أرض فائقة») يمكن أن تكون ودية أكثر للحياة من الكواكب التي تكون بنفس حجم الأرض.

ز = 100 سنة



بعد 100 سنة، سوف نكون متعرضين لقوة جاذبية تبلغ 6 جي. لن نكون فقط غير قادرين على التنقل للعثور على الطعام، بل إن قلوبنا لن تكون قادرة على ضخ الدم إلى أدمغتنا. وسوف تكون الحشرات الصغيرة (والحيوانات المائية) فقط قادرة مادياً على التنقل. وربما يستطيع البشر البقاء على قيد الحياة في قِباب ذات ضغط مسيطَر عليه، وتم بناؤها خصيصاً، متنقلين من خلال إبقاء معظم أجسامهم مغمورة في الماء.

سيكون التنفس في هذا الوضع صعباً، فمن الصعب استنشاق الهواء ضد وزن الماء. وهذا هو السبب في أن الغطس السطحي بواسطة أنبوب تنفس من الممكن أن يعمل فقط عندما تكون رئتاك بالقرب من السطح.

خارج القباب ذات الضغط المنخفض، سيصبح الهواء غير قابل للتنفس لسبب آخر. فعند ضغط ما بالقرب من 6 ضغط جوي، يصبح الهواء العادي ساماً. حتى وإن نجحنا في البقاء على قيد الحياة مع كل المشاكل الأخرى، فإننا خلال مائة عام سوف نكون في عداد الموتى بسبب سميّة الأكسجين. وإن وضعنا السميّة جانباً، فإن تنفس الهواء الكثيف صعب، وذلك، ببساطة، لأنه ثقيل.

ثقب أسود؟

متى ستصبح الأرض ثقباً أسود؟ من الصعب الإجابة عن ذلك، لأن المقدمة المنطقية للسؤال هي أن نصف القطر يزداد باطراد في حين تبقى الكثافة هي ذاتها - بينما في الثقب الأسود تزداد الكثافة.

إن ديناميكيات الكواكب الضخمة جداً لا يتم تحليلها، في أغلب الأحيان، وذلك نظراً لأنه ليس هناك طريقة واضحة يمكنهم التشكُّل بواسطتها. فأي شيء بتلك الضخامة سيكون له جاذبية بما فيه الكفاية لجمع الهيدروجين والهيليوم أثناء تكوّن الكوكب فيصبح عملاقاً غازياً.

في مرحلة ما، سوف تصل أرضنا، الآخذة بالتوسّع، إلى نقطة حيث تؤدي إضافة المزيد من الكتلة إلى جعلها تتقلص، بدلاً من أن تتمدد. وبعد تلك النقطة، سوف تنهار إلى شيء مثل قزم أبيض مفرقع أو نجم نيوتروني، وبعدئذ -إذا استمرت كتلتها بالازدياد- إلى ثقب أسود، في نهاية المطاف.

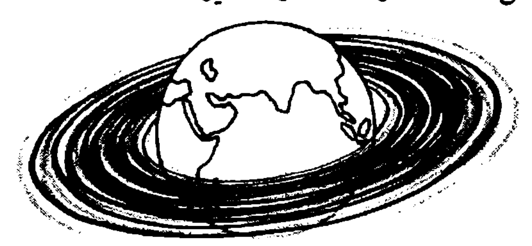
ولكن قبل أن تصل الأمور إلى ذلك البعد ...

ز - 300 سنة

إنه لأمر مؤسف أن البشر لن يعيشوا لهذه الفترة، لأنه في هذه المرحلة، سيحدث أمر رائع حقاً.

مع ازدياد حجم الأرض، سوف يتحرك القمر، مثل جميع أقمارنا الصناعية، في حركة حلزونية نحو الداخل. وبعد عدة قرون سوف يكون قريباً من الأرض المنتفخة بحيث أن قوى المد والجزر بين الأرض والقمر سوف تكون أقوى من قوى الجاذبية التي تجعل القمر متماسكاً مع بعضه البعض.

عندما يتجاوز القمر هذا الحد -يسمى حد روش- سوف يتفكك تدريجياً[1]، وسوف يكون للأرض حلقات، وذلك لفترة قصيرة.



إن أعجبك ذلك، عندئذ كان ينبغي أن تنقل كتلة إلى داخل حد روش.

---

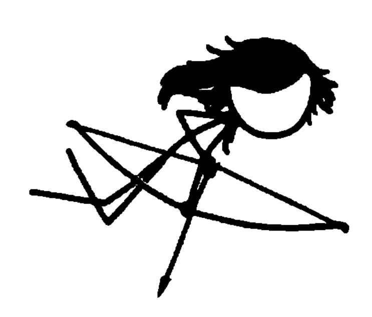
(1) آسف أيها القمر!

سهم بلا وزن

س. بافتراض وجود بيئة تكون الجاذبية فيها صفراً مع غلاف جوي مماثل للغلاف الجوي للأرض، ما طول الوقت الذي سيستغرقه الاحتكاك بالهواء لوقف سهم مُطلَق في الهواء من قوس؟ هل سيصل، في نهاية المطاف، إلى حالة جمود ويحوم وسط الهواء؟

- مارك إستانو

ج. لقد حدث ذلك لنا جميعاً. أنت في جوف محطة فضائية شاسعة وتحاول أن تُصيب شخصاً بقوس وسهم.



مقارنة بمسألة فيزياء عادية، يكون هذا السيناريو معكوساً. فأنت، عادة، تأخذ بالاعتبار الجاذبية وتهمل مقاومة الهواء، وليس العكس[1].

وكما قد تتوقع، فإن مقاومة الهواء سوف تعمل على إبطاء سهمك، وفي نهاية المطاف، إيقافه ... بعد طيرانه لمسافة بعيدة جداً، جداً. ولحسن الحظ، فإنه في معظم ذلك الطيران، لن يكون هناك الكثير من الخطر على أي شخص.

دعنا نعيد النظر فيما سيحدث بمزيد من التفصيل.

لنقل إنك ترمي السهم بسرعة 85 متراً في الثانية. ذلك يساوي، تقريباً، ضعف سرعة كرة سريعة في دوري الدرجة الأولى، وأقل قليلاً من سرعة الـ 100 م/ ث لسهام أفضل الأقواس المركبة.

سوف يتباطأ السهم بسرعة. وبما أن مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع مربع السرعة، فهذا يعني أنه عندما يكون السهم سريعاً، فسوف يتعرض لمقاومة كبيرة.

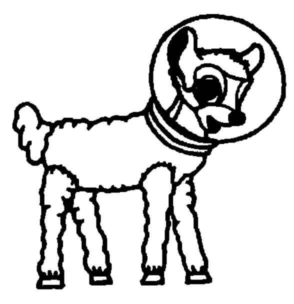
بعد 10 ثوانٍ من الطيران، سيكون السهم قد قطع مسافة 400 متر، وسوف تكون سرعته قد انخفضت من 85 م/ ث إلى 25 م/ ث. و25م/ ث هي مدى السرعة التي يستطيع شخص عادي أن يرمي بها سهماً.



بتلك السرعة، ستكون خطورة السهم أقل بكثير.

---

(1) أنت، أيضاً، لا تقوم عادة بالتصويب على رواد الفضاء بالقوس والسهم – على الأقل ليس من أجل الحصول على شهادة البكالوريوس.



نحن نعرف من الصيادين أن فروقاً بسيطة في سرعة السهم تعطي فروقاً كبيرة في حجم الحيوان الذي يمكنها أن تقتله. فبإمكان سهم وزنه 25 غراماً ويتحرك بسرعة 100م/ ث أن يصطاد ظبياً، وكذلك دباً أسود. وبسرعة 70 م/ ث، ربما يكون بطيئاً جداً إلى درجة لا تمكِّنه من قتل غزال. أو، في حالتنا، غزال فضائي.

حالما يترك السهم ذلك النطاق، فإنه لا يعود يشكل خطراً كبيراً... ولكنه لا يكون حتى قريباً من التوقف.

بعد خمس دقائق، سيكون السهم قد طار لمسافة ميل، تقريباً، وستكون سرعته قد انخفضت إلى سرعة المشي، تقريباً. عند تلك السرعة، سوف يكون عرضة لمقاومة قليلة جداً. وسوف يطوف إلى الأمام، في تباطؤ تدريجي جداً.

عند هذه النقطة، يكون قد قطع مسافة أطول من أي مسافة يمكن أن يقوم بقطعها سهم أرضي، إذ أن أفضل الأقواس الموجودة يمكنها أن ترمي السهم لمسافة 200 متر على أرض مستوية، ولكن الرقم القياسي العالمي لقوس وسهم رُمي باليد أطول من كيلو متر بقليل.

وقد سُجِّل هذا الرقم في العام 1987 من قِبل رامي السهام دون براون. فقد سجل براون رقمه القياسي مستخدماً قضباناً معدنية نحيفة من أداة غريبة الشكل تشبه القوس التقليدي إلى حد ما فقط.



عندما تمتد الدقائق إلى ساعات ويتباطأ السهم أكثر وأكثر، يتغير تدفق الهواء.

يحتوي الهواء على القليل جداً من اللزوجة؛ أي أنه ليس طرياً ولزجاً «gooey». وذلك يعني أن الأشياء التي تطير عبر الهواء تتعرض للمقاومة بسبب زخم الهواء الذي تدفعه بعيداً عن الطريق - وليس من التماسك بين جزيئات الهواء. إن الأمر يشبه أكثر تحريك يديك في حوض استحمام ممتلئ بالماء وليس حوض استحمام ممتلئ بالعسل.



بعد بضع ساعات، سيتحرك السهم ببطء كبير إلى درجة أنه سيكون بالكاد مرئياً. عند هذه النقطة، على افتراض أن الهواء ساكن نسبياً، سوف يبدأ الهواء بالتصرف مثل العسل بدلاً من الماء، وسوف ينتهي الأمر بالسهم، بشكل تدريجي إلى حد بعيد، إلى التوقف.

وسيعتمد المدى الذي سيصل إليه السهم بالضبط، إلى حد كبير، على دقة تصميم السهم، إذ أن تغييرات طفيفة في شكل السهم يمكنها أن تغيِّر بشكل كبير طبيعة تدفق الهواء على سرعات عالية. ولكن في الحد الأدنى، ربما سوف يطير عدة كيلومترات، ومن الممكن تصور أن يطير لمسافة 5 إلى 10 كيلومترات.

المشكلة تكمن هنا: حالياً، المكان الوحيد الذي توجد في بيئته جاذبية تصل إلى صفر مع غلاف جوي شبيه بالأرض، هو المحطة الفضائية الدولية. وفي هذه المحطة الفضائية الدولية، يبلغ طول أكبر وحدة، كيبو، 10 أمتار فقط.

ذلك يعني أنك إذا قمتَ بإجراء هذه التجربة، فإن السهم لن يطير أكثر من 10 أمتار. بعدئذ إما أنه سوف يتوقف ... أو أنه، حتماً، سوف يفسد يوم شخص ما.



أرض بلا شمس

س. ما الذي سيحدث للأرض إذا انطفأت الشمس فجأة؟

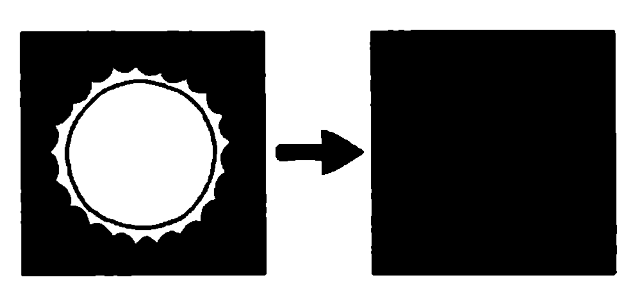
- قُراء كثيرون جداً جداً

ج. ربما أن هذا هو السؤال الوحيد الأكثر طرحاً على ماذا لو.

والسبب في أنني لم أجب عن هذا السؤال يعود جزئياً إلى أنه تمت الإجابة عنه في السابق. إن البحث في غوغل عن «ماذا لو ذهبت الشمس» يعثر على الكثير من المقالات الممتازة التي تحلل الوضع بشمولية.

من ناحية أخرى، فإن معدل طرح هذا السؤال يستمر بالازدياد، لذا قررت أن أفعل ما بوسعي لكي أجيب عنه.

إذا انطفأت الشمس ...



شكل1. الشمس تنطفئ: (

لن نقلق بشأن الطريقة التي حدث فيها ذلك بالضبط، وإنما سوف نفترض فقط أننا اكتشفنا طريقة نقوم فيها بتسريع الشمس إلى الأمام في تطورها بحيث تصبح كرة باردة خاملة. ماذا ستكون العواقب بالنسبة لنا على الأرض؟

لنرى بعضا منها ...

مخاطر أقل من الانفجارات الشمسية: في العام 1859، ضُربت الأرض بانفجار شمسي هائل وعاصفة مغناطيسية. والعواصف المغناطيسية تولد تيارات كهرباء في الأسلاك عن طريق الحث. ولسوء حظنا، كنا في العام 1859 قد غلفنا الأرض بأسلاك تلغراف. وأدت العاصفة إلى توليد تيارات قوية في تلك الأسلاك، ما أدى إلى تعطيل على الاتصالات، والتسبّب، في بعض الحالات، بإشعال النيران في أجهزة التلغراف.

منذ العام 1859، قمنا بتغليف الأرض بقدر أكبر بكثير من الأسلاك. وإذا ضربتنا، في الوقت الحاضر، عاصفة كعاصفة العام 1859، فإن وزارة الأمن القومي تقدِّر أن الأضرار الاقتصادية في الولايات المتحدة لوحدها سوف تبلغ عدة تريليونات من الدولارات الأميركية - أكثر مما تسببت به جميع الأعاصير التي ضربت الولايات المتحدة مجتمعة. فإذا انطفأت الشمس، فإن هذا التهديد سوف يزول.

خدمة أقمار صناعية مُحسَّنة: عندما يمر قمر اتصالات صناعي أمام الشمس، فمن الممكن أن تطغى الشمس على إشارات القمر الصناعي اللاسلكية، ما يتسبب في انقطاع الخدمة. وإخماد الشمس سوف يؤدي إلى حل هذه المشكلة.

علم فلك أفضل: بدون الشمس، سيكون بإمكان المراصد الفلكية أن تعمل على مدار الساعة. وسوف يقوم الهواء الأبرد بإيجاد قدر أقل من الضوضاء في الغلاف الجوي، الأمر الذي سوف يؤدي إلى تقليل الحِمل على أنظمة البصريات التكيّفية، وتتيح الحصول على صور أكثر وضوحاً.

غبار مستقر: بدون ضوء الشمس، لن تكون هناك مقاومة بوينتنغ - روبيرتسون، ما يعني أنه سيكون بإمكاننا أخيراً أن نضع الغبار في مدار مستقر حول الشمس بدون

أن تضمحل المدارات. لست متأكداً من أن هناك من يريد أن يفعل ذلك، ولكن من يدري.

تكاليف بنية تحتية أقل: تقدِّر وزارة المواصلات أن إصلاح وصيانة جميع الجسور في الولايات المتحدة الأميركية، خلال الـ 20 سنة القادمة، سوف يكلِّف 20 مليار دولار أميركي. إن معظم الجسور الأميركية مبنية فوق مياه، وبدون شمس يمكننا أن نوفر نقوداً من خلال قيادة سياراتنا على قشرة من الإسفلت ممدودة فوق الثلج.

تجارة أرخص: تجعل المناطق الزمنية من التجارة أمراً مكلفاً أكثر، فمن الأصعب العمل مع شخص آخر إذا كانت ساعاته المكتبية لا تتزامن مع ساعاتك المكتبية. فإذا انطفأت الشمس، فذلك سوف يلغي الحاجة إلى المناطق الزمنية، ما يتيح لنا التحول إلى التوقيت العالمي الموحد وإعطاء دفعة للاقتصاد العالمي.

أطفال أكثر أماناً: وفقاً لوزارة الصحة في داكوتا الشمالية، ينبغي أن يبقى الأطفال دون الستة أشهر بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة. وبدون ضوء شمس، سيكون أطفالنا أكثر أماناً.

طيارون حربيون أكثر أماناً : الكثير من الناس يعطسون عندما يتعرضون لضوء الشمس الساطع. وأسباب هذه الاستجابة المنعكسة غير معروفة، وقد تشكل خطورة على الطيارين الحربيين أثناء الطيران. وإذا أصبحت الشمس مظلمة، فسوف تخفف من هذا الخطر على طيارينا.

جَزَر أبيض أكثر أماناً: الجزر الأبيض البري نبات بغيض بصورة مثيرة للاستغراب. فأوراقه تحتوي على مادة كيماوية تسمى فوروكومارينز، يمكن أن يتم امتصاصها من قِبل جلد الإنسان بدون التسبب في أعراض... في البداية. ولكن عندما يتعرض الجلد لأشعة الشمس (حتى بعد أيام أو أسابيع)، فإن مادة فوروكومارينز تسبب حرقاً كيماوياً بغيضاً، ويسمى هذا فيتوفوتوديرماتيتيس. والشمس المظلمة سوف تحررنا من خطر الجَزَر الأبيض.

نصيحة للتنزه:
ماذا تفعل إذا صادفت جزراً أبيض برياً:



خلاصة القول، إذا انطفأت الشمس، فإننا سوف نشهد منافع متنوعة في كثير من المجالات في حياتنا.

هل هناك أي جوانب سلبية لهذا السيناريو؟

سوف نتجمد جميعنا ونموت.

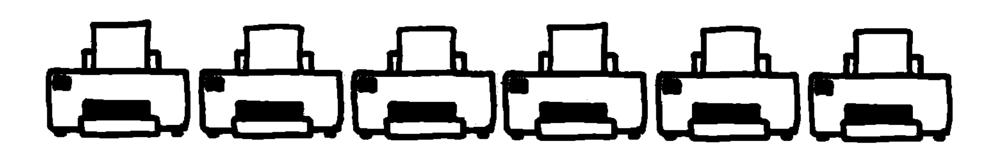


تحديث ويكيبيديا مطبوعة

س. لو كانت لديك نسخة مطبوعة لكامل الويكيبيديا (على سبيل المثال، الإنجليزية)، كم عدد الطابعات التي تحتاجها لمواكبة التغييرات التي تتم على النسخة المباشرة؟

- مارين كونينغز

ج. هذا القدر.



إذا اصطحبك رفيق إلى منزله ووجدتَ صفاً من الطابعات العاملة في غرفة نومه. ما الذي سيخطر ببالك؟

ذلك عدد قليل من الطابعات بصورة مستغرَبة! ولكن قبل أن تقوم بإنشاء ويكيبيديا ورقية يتم تحديثها بصورة مباشرة، دعنا نلقي نظرة على ما الذي ستقوم بفعله تلك الطابعات ... وكم ستكون تكلفتها.

طباعة الويكيبيديا

هناك أشخاص أخذوا بالاعتبار طباعة الويكيبيديا من قبل. فقد قام أحد الطلاب، روب ماثيوس، بطباعة جميع مقالات ويكيبيديا المختارة، موجِداً كتاباً بسماكة عدة أقدام.

بطبيعة الحال، ذلك مجرد شريحة صغيرة من أفضل ما تحتوية الويكيبيديا. والموسوعة الكاملة سوف تكون أكبر بكثير. فقد قام أحد مستخدمي ويكيبيديا، **تومبو**، بتنصيب أداة تحسب الحجم الحالي لكامل الويكيبيديا باللغة الإنجليزية كمجلدات مطبوعة. من الممكن أن تملأ الكثير من رفوف الكتب.

مواكبة التحريرات سيكون أمراً صعباً.

المواكبة

تتلقى الويكيبيديا الإنجليزية الحالية تقريباً 125,000 إلى 150,000 تحريراً كل يوم، أو 90-100 تحرير في الدقيقة.

يمكننا محاولة تحديد طريقة لقياس «عدد الكلمات» لمتوسط عمليات التحرير، ولكن ذلك يكاد يكون من المستحيل. ولحسن الحظ، لسنا بحاجة لذلك - إذ يمكننا مجرد تقدير أن كل تغيير سوف يتطلب منا إعادة طباعة صفحة في مكان ما. وفي الواقع، سوف تعمل كثير من عمليات التحرير على تغيير صفحات متعددة - ولكن كثيراً من التعديلات الأخرى ستكون مجرد رجوع إلى وضع سابق، ما يؤدي بنا إلى العودة لصفحات قمنا سابقاً بطباعتها[1]. ويبدو أن صفحة واحدة لكل تحرير تعتبر حلاً وسطاً معقولاً.

ولطباعة مزيج من الصور والجداول والنصوص النموذجية في ويكيبيديا، فإنه من الممكن لطابعة نافثة حبر أن تطبع 15 صفحة في الدقيقة. وذلك يعني أنك ستحتاج إلى حوالى ست طابعات فقط تشتغل في أي وقت لكي تواكب عمليات التحرير.

سوف تتراكم الأوراق بسرعة. وباستخدام كتاب روب ماثيوس كنقطة انطلاق، قمتُ بإجراء حساباتي التقديرية لحجم الويكيبيديا باللغة الإنجليزية الحالية. وبناء على متوسط الطول للمقالات المختارة مقابل جميع المقالات، وصلتُ إلى تقدير بلغ 300 متر مكعب للنسخة المطبوعة لكل شيء على شكل نص عادي.

وعلى سبيل المقارنة، إذا كنت تحاول مواكبة عمليات التحرير، فسوف تقوم بطباعة 300 متر مكعب كل شهر.

---

(1) إن نظام الاحتفاظ بالملفات، الذي سيكون ضرورياً لهذا الغرض، سيكون معقداً للغاية. أنا أقاوم الرغبة الملحة في محاولة تصميمه.

500،000 دولار أميركي في الشهر

ست طابعات لا تعتبر كثيرة، ولكنها سوف تكون عاملة طوال الوقت، وذلك يصبح مكلفاً.

ستكون الكهرباء اللازمة لتشغيلها رخيصة - دولارات قليلة كل يوم.

وستكون تكلفة الورق سنتاً واحداً، تقريباً، لكل ورقة، ما يعني أنك سوف تنفق بمعدل ألف دولار أميركي في اليوم على الورق. وستحتاج إلى توظيف أشخاص لتشغيل الطابعات 24/ 7، ولكن تكلفة ذلك ستكون أقل من تكلفة الورق.

حتى الطابعات ذاتها لن تكون مكلفة جداً، على الرغم من دورة الاستبدال المرعبة.

إلا أن خراطيش الحبر سوف تشكل كابوساً.

الحبر

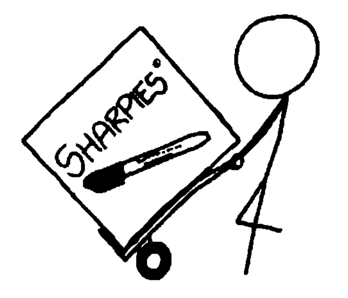
وجدت دراسة أجرتها كواليتي لوجيك أنه بالنسبة لطابعة نافثة حبر، فإن التكلفة الفعلية للحبر تتراوح ما بين 5 سنتات لكل صفحة أبيض وأسود إلى 30 سنتاً للصفحة الملونة مع صور. ذلك يعني أنك سوف تنفق يومياً رقماً يتألف من أربعة إلى خمسة خانات على خراطيش الحبر.



من المؤكد أنك تريد أن تستثمر في طابعات ليزر. وإلا سوف ينتهي الأمر بهذا المشروع، في غضون شهر أو اثنين، بأن يُكلفك نصف مليون دولار أميركي:

ولكن ذلك ليس هو الجزء الأسوأ حتى.

في 18 كانون الثاني/ يناير من العام 2012، قامت ويكيبيديا بجعل جميع صفحاتها سوداء للاحتجاج على قوانين مُقترَحة تحدُّ من حرية الإنترنت. وإذا قررت ويكيبيديا يوماً ما أن تلجأ إلى السواد مرة أخرى، وأردتَ أن تنضم إلى الاحتجاج...



... فسيتعين عليك الحصول على صندوق من أقلام التحديد العريضة وتلوين كل صفحة بلون أسود قوي بنفسك.

أنا سأتمسك بالرقمية بكل تأكيد.

فيس بوك الموتى

س. متى، إن كان ذلك سيحدث في أي وقت، سوف يحتوي فيس بوك على عدد من حسابات فيس بوك لأشخاص موتى أكثر من تلك الخاصة بأحياء؟

- إميلي دنهام



«ضع سماعات الرأس!» «لا أستطيع. سقطت الأذنان.»

ج. إما في ستينيات القرن الواحد والعشرين أو في ثلاثينيات القرن الثاني والعشرين.

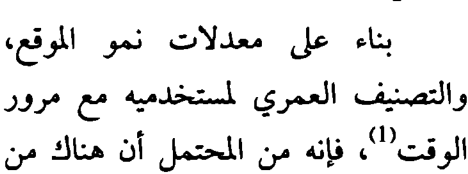
ليس هناك الكثير من الأشخاص الموتى في فيس بوك[1]. السبب الرئيسي في ذلك هو أن فيس بوك -ومستخدميه- هم في عمر الشباب. وقد أصبح متوسط مستخدمي

(1) في الوقت الذي كتبتُ فيه هذا، على أي حال، والذي كان قبل ثورة الروبوطات الدموية.

فيس بوك أكبر خلال السنوات القليلة الماضية، ولكن الموقع ما زال مستخدَماً بمعدل أعلى بكثير من قِبل الشباب مقارنة بالكبار.

الماضي

بناء على معدلات نمو الموقع، والتصنيف العمري لمستخدميه مع مرور الوقت[1]، فإنه من المحتمل أن هناك من 10 إلى 20 مليون شخص، من الذين قاموا بإنشاء حسابات فيس بوك، قد ماتوا منذ ذلك الحين.



المُسنّ كوري دوكتوورو، يقوم بعرض أزياء (cosplaying) بارتداء ما يعتقد المستقبل أنه كان يرتديه في الماضي.

هؤلاء الناس، في الوقت الحالي، موزعون بتساوٍ إلى حد كبير عبر الطيف العمري. ومعدل وفيات الشباب أقل من معدل وفيات أشخاص في الستينات والسبعينات من أعمارهم، إلا أنهم يُشكلون نسبة كبيرة بين موتى فيس بوك، وذلك، ببساطة، لأن هناك الكثير جداً ممن يستخدمونه منهم.

المستقبل

حوالى 290,000 مستخدم فيس بوك في الولايات المتحدة فارقوا الحياة في العام 2013. والإجمالي على مستوى العالم كان عدة ملايين[2]. ففي سبع سنوات فقط سوف يتضاعف معدل الوفيات هذا، وفي سبع سنوات أخرى سوف يتضاعف ثانية.

---

(1) يمكنك أن تحصل على عدد مستخدمي فيس بوك لكل فئة عمرية من أداة فيس بوك create-an-ad، على الرغم من أنك قد تريد محاولة الأخذ بالاعتبار حقيقة أن قيود فيس بوك العمرية تجعل بعض الناس يكذبون بشأن أعمارهم.

(2) ملاحظة: في بعض هذه التوقعات، قمتُ باستخدام بيانات العمر/ الاستخدام الأميركية المُستقرأة لقاعدة مستخدمي فيس بوك ككل، وذلك لأن العثور على إحصائيات الولايات المتحدة والأرقام الاكتوارية هو أسهل من القيام بتجميع بلد ببلد لكل العالم الذي يستخدم الفيس بوك. والولايات المتحدة ليست النموذج المثالي للعالم، ولكن الديناميكيات الأساسية – اعتماد الشباب لفيس بوك يحدد نجاح الموقع أو فشله في حين يستمر النمو السكاني لفترة قصيرة ومن ثم يستقر على =

حتى وإن أغلِق فيس بوك غداً، فإن عدد الوفيات في السنة سوف يستمر بالنمو لعدة عقود، حيث أن الجيل الذي كان في الجامعة بين 2000 و2020 سوف يكبر.

إن العامل الحاسم في متى سوف يصبح المتوفون أكثر من الأحياء يتمثل في ما إذا قام فيس بوك بإضافة مستخدمين أحياء جدد -مثالياً، مستخدمين شباب- بسرعة كافية لتجاوز هذا المد من الوفاة لفترة من الوقت.

فيس بوك 2100

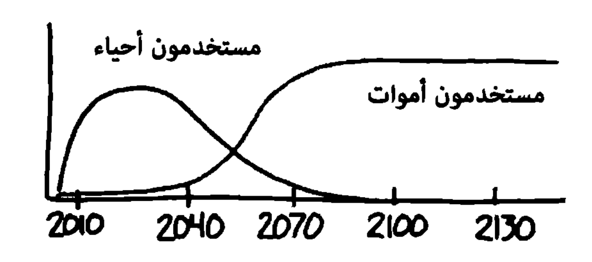
يقودنا هذا إلى مسألة مستقبل فيس بوك.

ليست لدينا خبرة كافية مع الشبكات الاجتماعية لكي نقول، بأي نوع من اليقين، إلى متى سيدوم فيس بوك. فمعظم المواقع مرت بمرحلة فوران ومن ثم انخفضت شعبيتها، لذا فمن المعقول افتراض أن فيس بوك سوف يتبع ذلك النمط[1].

في ذلك السيناريو، حيث يبدأ فيس بوك بفقدان حصته من السوق، في وقت لاحق من هذا العقد، ولا يستردها أبداً، فإن تاريخ التعابر -التاريخ الذي يكون فيه عدد الأموات أكبر من عدد الأحياء- سوف يأتي حوالى العام 2065.

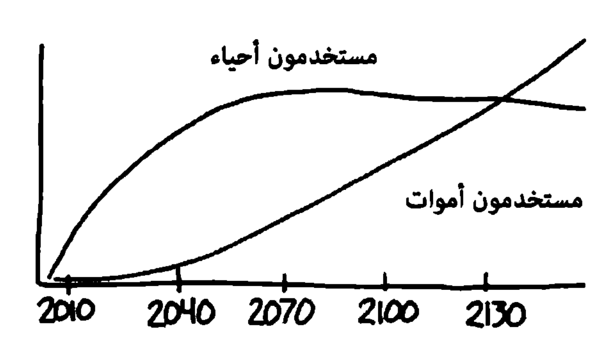
= مستوى واحد – من المحتمل أن تبقى صحيحة. وإذا افترضنا حدوث تشبّع سريع لفيس بوك في العالم النامي، الذي لديه حالياً عدد سكان ينمو بشكل أسرع وأصغر سناً ، فذلك يبدل الكثير من المعالم لبضعة سنوات، ولكنه لا يغير الصورة الإجمالية بالقدر الذي قد تتوقعه.

(1) أنا أفترض، في هذه الحالات، أنه لم يتم حذف أي بيانات على الإطلاق. وحتى الآن، يعتبر ذلك الافتراض معقولاً. فإذا قمتَ بفتح حساب فيس بوك، فربما أن تلك البيانات مازالت موجودة، ومعظم الناس الذين يتوقفون عن استخدام خدمة ما لا يكلفون أنفسهم عناء حذف حساباتهم. وإذا تغيَّر ذلك السلوك، أو قام فيس بوك بعملية تطهير لأرشيفاته، فمن الممكن أن يتغير التوازن بسرعة وبصورة غير متوقعة.



ولكن ربما أن ذلك لن يحدث. وربما أنه سيأخذ دوراً مثل بروتوكول TCP، حيث يصبح جزءاً من البنية التحتية التي بُنيت عليها أمور أخرى، وأصبح لديه القصور الذاتي لتوافق الآراء.

وإذا بقي فيس بوك معنا لأجيال، عندئذ سيكون تاريخ التعابر متأخراً بما يقرب من منتصف القرن الثاني والعشرين.



يبدو أن ذلك غير مرجح، فلا شيء يدوم إلى الأبد، والتغيير السريع هو القاعدة لأي شيء قائم على تكنولوجيا الحاسوب. والأرض مليئة بعظام المواقع الإلكترونية والتكنولوجيات التي كانت يبدو أنها مؤسسات دائمة قبل عشر سنوات.

من الممكن أن يكون الواقع في مكان ما في الوسط[1]. ينبغي علينا فقط أن ننتظر ونرى ما يحدث.

---

(1) بطبيعة الحال، إن كانت هناك زيادة مفاجئة في معدلات الوفاة بين مستخدمي فيس بوك -ربما زيادة تشمل البشر بصورة عامة- فإن التعابر قد يحدث غداً.

مصير حساباتنا

بوسع فيس بوك أن يحتفظ بجميع صفحاتنا وبياناتنا بشكل غير محدد. والمستخدمون الأحياء سوف يكونون دائماً قادرين على توليد قدر أكبر من البيانات مقارنة بالأموات[1]، وحسابات المستخدمين النشطاء هي تلك التي ينبغي أن يتم الوصول إليها بسهولة، حتى وإن كانت حسابات الأشخاص الموتى (أو غير النشطاء) تشكل الجزء الأكبر من المستخدمين، فمن المحتمل أن لا يصبح أبداً جزءاً كبيراً من موازنة البنية التحتية الإجمالية.

إن قراراتنا سوف تكون أكثر أهمية من ذلك. ما الذي نريده بالنسبة لتلك الصفحات؟ ما لم نطلب من فيس بوك أن يقوم بحذف بياناتنا، فمن المحتمل أن يحتفظ، وفقاً لاختيار افتراضي مسبق، بنسخ لكل شيء إلى الأبد. حتى وإن لم يفعل ذلك، فإن منظمات تفريغ بيانات أخرى ستقوم بفعل ذلك.

في الوقت الحالي، يستطيع أقرب الأقرباء تحويل حساب شخص متوف على الفيس بوك إلى صفحة تذكارية. ولكن هناك الكثير من الأسئلة المحيطة بكلمات السر والوصول إلى البيانات الشخصية والتي لم نتمكن بعد من وضع أعراف اجتماعية بشأنها. هل ينبغي أن يبقى الوصول إلى الحسابات ممكناً؟ ما الذي ينبغي جعله خصوصياً؟ هل ينبغي أن يكون لأقرب الأقرباء الحق في الوصول إلى البريد الإلكتروني؟ هل ينبغي أن تكون للصفحات التذكارية تعليقات؟ هل ينبغي السماح للأشخاص التفاعل مع حسابات المستخدمين الأموات؟ أي قوائم من الأصدقاء ينبغي أن يظهروا عليها؟

هذه قضايا نعمل حالياً على فرزها عن طريق التجربة والخطأ. لقد كان الموت دائماً موضوعاً كبيراً وصعباً ومشحوناً عاطفياً، وكل مجتمع يجد طرقاً مختلفة للتعامل معه.

إن الأجزاء الأساسية التي تشكل حياة الإنسان لا تتغير. دائماً نأكل ونتعلم وننمو ونقع في الحب ونقاتل ونموت. في كل مكان، وفي كل ثقافة ومشهد تكنولوجي، نطور مجموعة مختلفة من السلوكيات حول هذه النشاطات ذاتها.

---

(1) آمل ذلك.

وعلى غرار كل مجموعة أتت قبلنا، نحن نتعلم كيف نمارس تلك الألعاب في ميدان لعبنا الخاص. إننا نقوم، في بعض الأحيان من خلال التجربة والخطأ بطريقة فوضوية، بتطوير مجموعة جديدة من الأعراف الاجتماعية من أجل مواعيد التعارف والنقاش والتعلم والنمو على الإنترنت. وعاجلاً أم آجلاً، سنكتشف كيف نمارس الحِداد.



غروب الشمس على الإمبراطورية البريطانية

س. متى (إن حدث ذلك في أي وقت مضى) غربت الشمس أخيراً عن الإمبراطورية البريطانية؟

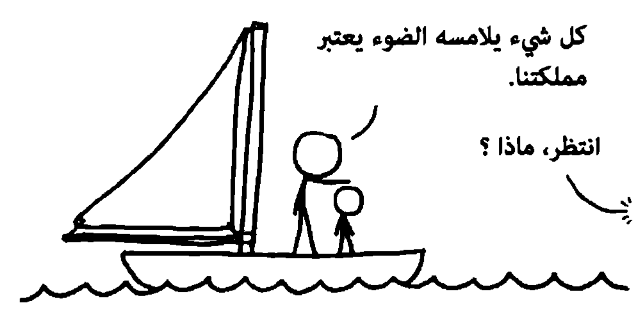
- كيرت أمندسون

ج. لم يحصل. بعد. ولكن فقط بسبب بضع عشرات من الأشخاص يعيشون في منطقة أصغر من عالم ديزني.

أكبر إمبراطورية في العالم

امتدت الإمبراطورية البريطانية في كافة أنحاء العالم. وأدى هذا إلى القول بأن الشمس لا تغرب أبداً عنها، نظراً لأنه كان يوجد وقت نهار دائماً في مكان ما في الإمبراطورية.

ومن الصعب معرفة متى بدأ هذا النهار الطويل. إن كامل عملية إدعاء الحق في مستعمرة (على أرض محتلة أصلاً من قِبل أناس آخرين) تُعدّ عملية تعسفية بشكل فظيع في المقام الأول. فقد قام البريطانيون، بشكل أساسي، ببناء إمبراطوريتهم من خلال الإبحار في كل مكان وغرس أعلامهم في شواطئ عشوائية. وهذا يجعل من الصعوبة بمكان تحديد متى تمت إضافة بقعة من بلد ما «رسمياً» إلى الإمبراطورية.



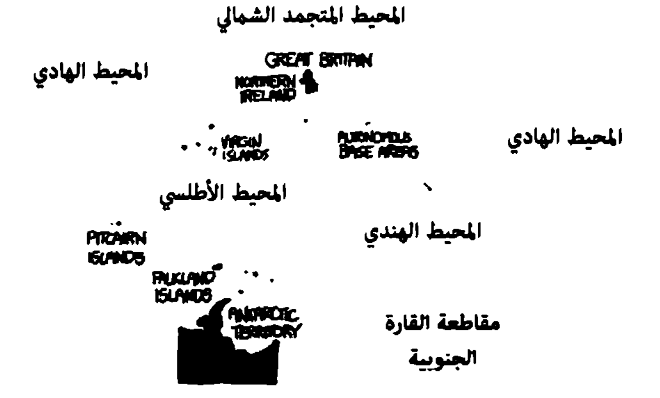
«ماذا عن ذلك المكان الظليل هناك؟» «تلك فرنسا. سوف نحصل عليها في يوم من هذه الأيام.»

التاريخ الدقيق لليوم الذي توقفت فيه الشمس عن الغروب عن الإمبراطورية ربما كان في وقت ما في أواخر القرن الثامن عشر أو أوائل القرن التاسع عشر، عندما تمت إضافة أولى الأراضي الأسترالية.

تفككت الإمبراطورية إلى حد كبير في أوائل القرن العشرين، ولكن من المثير للاستغراب أن الشمس لم تبدأ، بالمعنى الدقيق جداً، في الغروب عنها مرة أخرى.

أربعة عشر إقليما

لدى بريطانيا 14 أرضاً تابعة في الخارج، وهي البقايا المباشرة للإمبراطورية البريطانية.



الكثير من المستعمرات البريطانية المستقلة حديثاً انضمت إلى دول الكومنولث. وفي بعض منها، مثل كندا وأستراليا، تعتبَر الملكة إليزابيث هي الملكة الرسمية لها. ومع ذلك، فهي دول مستقلة حدث وأن كان لها الملكة ذاتها. إنها ليست جزءاً من أي إمبراطورية[1].

لا تغرب الشمس أبداً في وقت واحد عن جميع المقاطعات البريطانية الـ 14 (أو حتى 13، إن لم تأخذ بالاعتبار المقاطعة البريطانية في القارة القطبية الجنوبية). إلا أنه إذا فقدت المملكة المتحدة منطقة صغيرة جداً، فسوف تتعرض لأول غروب شمس، منذ أكثر من قرنين، على كافة أرجاء الإمبراطورية.

في كل ليلة، حوالى منتصف الليل بتوقيت غرينيتش، تغرب الشمس عن جزر كايمان، ولا تُشرق على إقليم المحيط الهندي البريطاني حتى بعد الساعة 1:00 صباحاً. خلال تلك الساعة، تكون جزر بيتكيرن الصغيرة هي المقاطعة البريطانية الوحيدة التي يصلها الشمس.

يبلغ عدد سكان جزر بيتكيرن بضع عشرات من الناس، وهم أسلاف متمردي سفينة إتش إم إس باونتي (HMS Bounty). وقد أصبحت الجزر سيئة السمعة في العام 2004 عندما أدين ثلث سكانها من الذكور البالغين، بمن فيهم العمدة، باستغلال الأطفال جنسياً.

على الرغم مما قد تكون عليه الجزر من فظاعة، فإنها تبقى جزءاً من الإمبراطورية البريطانية، وما لم يتم طردها منها، فإن نور النهار الذي بقي لقرنين من الزمن سوف يستمر.

هل سيستمر إلى الأبد؟

حسناً، ربما.

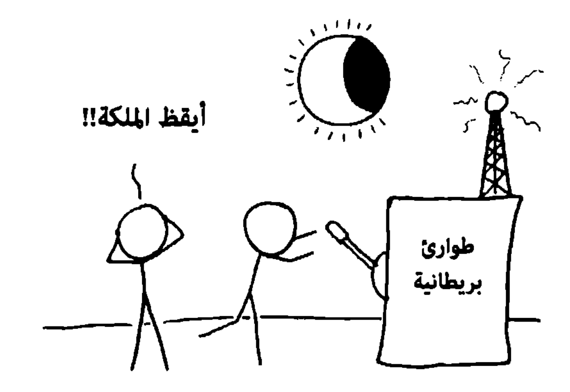
في نيسان/ إبريل من العام 2432، سوف تتعرض الجزيرة إلى أول كسوف شمسي كامل لها منذ وصول المتمردين.

(1) يعرفون عنها.

ومن حسن الحظ بالنسبة للإمبراطورية أن الكسوف سوف يحدث في وقت تكون فيه الشمس فوق جزر كايمان في الكاريبي. لن تشهد تلك المناطق كسوفاً كاملاً. وسوف تكون الشمس حتى ما زالت مشرقة في لندن.

في الواقع، خلال الألف سنة القادمة، لن يكون هناك كسوف كلي كامل سوف يمر فوق جزر بيتكيرن في الوقت المناسب من اليوم ليوقف السلسلة المتواصلة. وإذا احتفظت المملكة المتحدة بمقاطعاتها وحدودها الحالية، يمكنها إطالة ضوء النهار لفترة طويلة جداً.

ولكن ليس إلى الأبد، ففي نهاية المطاف -بعد آلاف عديدة من السنين- سوف يحدث كسوف على الجزيرة، وسوف تغرب الشمس أخيراً عن الإمبراطورية البريطانية.



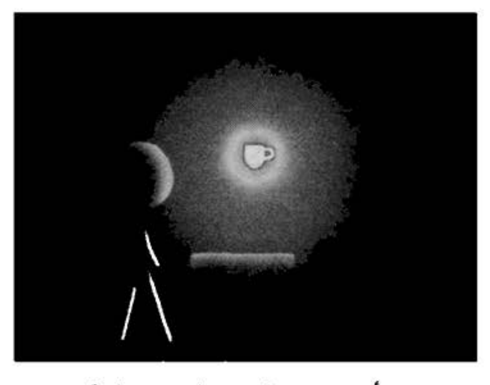
تحريك الشاي

س. كنت أحرك الشاي الساخن في فنجان وأنا في حالة شرود ذهني، عندما بدأت أفكر، «ألست أقوم فعلياً بإضافة طاقة حركية داخل هذا الفنجان؟» أعرف أن التحريك يساعد على تبريد الشاي، ولكن ماذا لو كنت أحرك بسرعة أكبر؟ هل سأكون قادراً على جعل كأس من الماء يغلي من خلال التحريك؟

ويل إيفانز

ج. لا.

الفكرة الأساسية منطقية، حيث أن درجة الحرارة هي عبارة عن مجرد طاقة حركية، وعندما تقوم بتحريك الشاي، أنت تضيف طاقة حركية لها، وتلك الطاقة تذهب إلى مكان ما. ونظراً لأن الماء لا يفعل شيئاً مثيراً، مثل الارتفاع في الهواء أو بث ضوء، فإن الطاقة ينبغي أن تتحول إلى حرارة.



هل أقوم بإعداد الشاي بطريقة خاطئة؟

السبب في أنك لا تلاحظ الحرارة هو أنك لا تضيف الكثير جداً منها، فالأمر يتطلب قدراً كبيراً جداً من الطاقة لتسخين الماء. وبالنسبة للحجم، فإن للماء سعة حرارية أكبر من أي مادة شائعة[1].

إذا كنت تريد تسخين الماء من درجة حرارة الغرفة إلى درجة الغليان، تقريباً، فسوف تحتاج إلى الكثير من الطاقة[2].

$$\text{فنجان} \times \text{السعة الحرارية للماء} \times \frac{100°C - 20°C}{\text{2 دقيقة}} = 700 \text{ واط}$$

تخبرنا معادلتنا بأنه إذا أردنا أن نعدّ فنجاناً من الماء الساخن في دقيقتين، ، فسوف نكون بحاجة إلى مصدر طاقة تبلغ قدرته 700 واط. ويستخدم المايكرويف النموذجي 700 إلى 1100 واط، ويستغرق دقيقتين، تقريباً، في تسخين كوب من الماء لإعداد الشاي. إنه شيء رائع عندما تتطابق الحسابات مع الواقع! [3]

إن تشغيل المايكرويف لمدة دقيقتين على كوب من الماء يوصِل قدراً كبيراً جداً من الطاقة إلى الماء. وعندما يسقط الماء من شلالات نياغارا، فإنه يكتسب طاقة حركية تتحول إلى حرارة في القاع. ولكن حتى بعد السقوط كل تلك المسافة الكبيرة، فإن الماء يسخن بقدر جزء من درجة فقط[4]. ولكي تغلي فنجاناً من الماء، ينبغي أن تسقطه من قمة الغلاف الجوي.

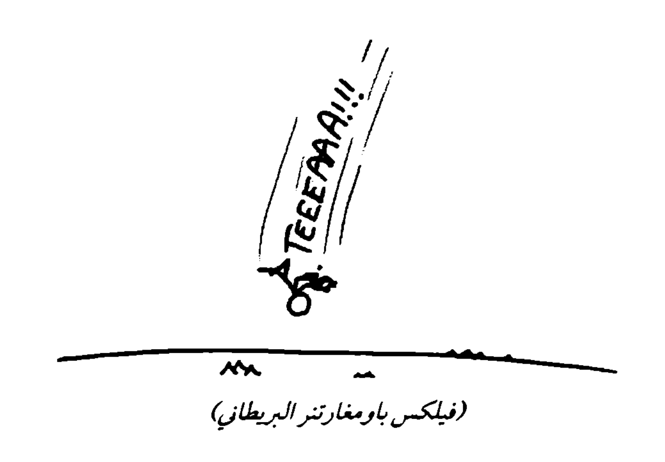
---

(1) للهيدروجين والهيليوم سعة حرارية أكبر بالنسبة للوزن، ولكنها غازان منتشران. والمادة الوحيدة الأخرى الشائعة التي لها سعة حرارية بالنسبة للوزن أكبر من الماء، هي الأمونيا. ولكن جميع هذه المواد الثلاث تكون سعتها الحرارية أقل من الماء عند قياس السعة بالنسبة للحجم.

(2) ملاحظة: إن دفع الماء الموشك على الغليان إلى الغليان يتطلب دفعة كبيرة من طاقة إضافية، إضافة إلى ما يستلزمه تسخينها إلى درجة حرارة الغليان - تسمى هذه الطاقة الكامنة للتبخر.

(3) لو لم تتطابق، كنا سنلقي باللوم على «عدم الكفاءة» أو «الدوامات.»

(4) ارتفاع شلالات نياغارا × تسارع الجاذبية / الحرارة النوعية للماء = 0.12 درجة مئوية.



(فيلكس باومغارتنر البريطاني)

كيف يمكن مقارنة التحريك بالتسخين بواسطة المايكرويف؟

بناء على أرقام من تقارير هندسة الخلاطات الصناعية، فإنني أقدِّر أن تحريك الشاي في كوب يُضيف حرارة بمعدل جزء من عشرة ملايين من الواط. وذلك يمكن تجاهله تماماً.

وفي الواقع أن الأثر الفيزيائي للتحريك معقَّد نوعاً ما(1). فمعظم الحرارة تحمَل بعيداً عن أكواب الشاي من قِبل الهواء الذي يمارس الحمل الحراري فوقها، وهكذا، فهي تبرد من الأعلى إلى الأسفل. والتحريك يجلب مياهاً ساخنة جديدة من الأسفل، لذلك يمكنه أن يساعد في عملية التبريد هذه. ولكن هناك أمور أخرى تحدث - فالتحريك يسبب اضطراب الهواء، ويسخِّن جدران الكوب، ومن الصعب التأكد مما يجري بدون بيانات.

---

(1) في بعض الحالات، من الممكن أن يؤدي تحريك السوائل إلى المساعدة على الاحتفاظ بها دافئة. إن الماء الساخن يرتفع، وعندما يكون هناك جسم كبير من الماء (مثل المحيط) وساكن بما يكفي، تتشكل طبقة دافئة على السطح. هذه الطبقة الدافئة تشع حرارة بسرعة أكبر بكثير من طبقة باردة. وإذا قمتَ بتشويش هذه الطبقة من خلال خلط الماء، تنخفض سرعة فقدان الحرارة. وهذا هو السبب في أن الأعاصير تميل إلى فقدان قوتها عادة إن توقفت عن التقدم إلى الأمام - تقوم موجاتها بخض المياه الباردة من الأعماق، ما يحرمها من طبقة المياه الرقيقة الساخنة على السطح، والتي كانت مصدر الطاقة الرئيسي لها.

لحسن الحظ، لدينا الإنترنت. لقد قام درودز (drhodes)، وهو أحد مستخدمي Stack Exchange، بقياس سرعة تبريد كوب شاي من التحريك مقابل عدم التحريك مقابل تغطيس ملعقة داخل الكوب بشكل متكرر مقابل رفعها منه. ومن المفيد أن درودز قام بنشر كل من الرسومات البيانية عالية الدقة والبيانات الخام ذاتها، وهو أكثر مما يمكن أن تقوله عن الكثير من المقالات الصحفية العلمية.

والنتيجة: في الواقع أنه من غير المهم ما إذا كنت تحرك أو تُغطس أو لا تفعل أي شيء، فالشاي يبرد بالسرعة ذاتها، تقريباً (على الرغم من أن تغطيس الملعقة داخل الشاي وخارجه يبرّده أسرع بقدر طفيف.)

ما يعيدنا إلى السؤال الأصلي: هل يمكنك أن تغلي الشاي إذ قمت فقط بتحريكه بقوة كافية؟

لا.

المشكلة الأولى هي القدرة. فمقدار القدرة المشار إليها، 700 واط، تبلغ حصاناً، تقريباً، لذا إذا كنت تريد أن تغلي الماء في دقيقتين، فسوف تكون بحاجة على الأقل إلى قدرة حصان واحد ليحركها بقوة كافية.



يمكنك أن تقلل من متطلبات القدرة بتسخين الشاي على مدى فترة أطول من الوقت، ولكن إذا خفضتها كثيراً، فإن الشاي سوف يبرد بالسرعة ذاتها التي تسخنه فيها.



حتى وإن استطعت أن تخض الملعقة بقوة كافية - عشرات الآلاف من التحريكات في الثانية- فإن ديناميكا السوائل سوف تشكل عائقاً. عند تلك السرعات، سوف تتكهَّف الشاي (cavitate)، وسوف يتشكل فراغ بمحاذاة مسار الملعقة، ويصبح التحريك غير فعال[1].

وإذا قمتَ بالتحريك بقوة كافية بحيث يتكهف شايَكَ، فإن مساحته السطحية سوف تتزايد بسرعة كبيرة، وسوف يبرد إلى درجة حرارة الغرفة في ثوانٍ.

ومهما بلغت القوة التي تحرك فيها شايَكَ، فلن يصبح أدفأ.

(1) بعض الخلاطات، والتي تكون مغلقة، تقوم في الواقع بتدفئة محتوياتها بهذه الطريقة. ولكن أي نوع من الأشخاص ذلك الذي يقوم بتحضير الشاي في خلاط؟

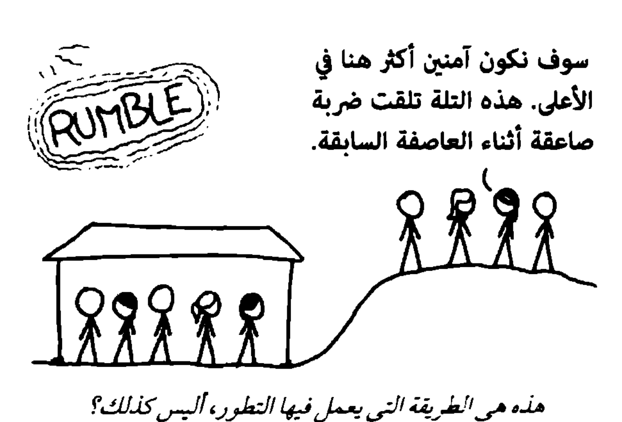
جميع الصواعق

س. لو أن جميع ضربات الصواعق، التي تحدث في العالم في يوم واحد معين، حدثت جميعها في مكان واحد في الوقت ذاته، ما الذي سيحدث لذلك المكان؟

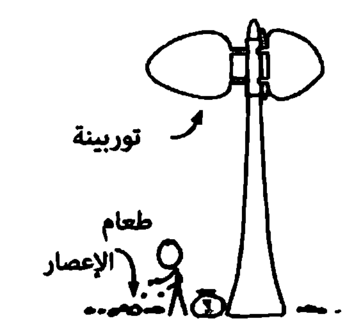
- تريفر جونز

ج. يقولون إن الصواعق لا تضرب أبداً المكان ذاته مرتين.

«إنهم» مخطئون. فمن منظور تطوري، من المثير للاستغراب قليلاً أن هذه المقولة قد استمرت. ربما تظن أن الأشخاص الذين يؤمنون بها قد تمت تصفيتهم تدريجياً من السكان الأحياء.



هذه هي الطريقة التي يعمل فيها التطور، أليس كذلك؟



يتساءل الناس، في كثير من الأحيان، عما إذا كان بإمكاننا تسخير طاقة الصواعق الكهربائية. إن ذلك منطقي ظاهرياً. فبالرغم من كل شيء، الصواعق هي عبارة عن كهرباء[1]، وهناك بالفعل كمية كبيرة من القدرة في ضربة صاعقة. المشكلة تكمن في أنه من الصعب أن تضرب الصاعقة المكان الذي تريدها أن تضربه[2].

ضربة صاعقة نموذجية توصِل طاقة تكفي لتزويد منزل سكني لمدة يومين، تقريباً. وذلك يعني أنه حتى مبنى إمباير ستيت، الذي يتعرض لمائة ضربة صاعقة سنوياً، لن يكون قادراً بمفرده على جعل منزل ما مزوداً بحاجته من الطاقة.

وحتى في مناطق العالم التي تتعرض للكثير من الصواعق، مثل فلوريدا وشرق الكونغو، فإن الطاقة التي تصل إلى الأرض من أشعة الشمس تفوق تلك التي تصل من الصواعق بعامل يبلغ مليوناً. إن توليد الكهرباء من الصواعق يشبه مزرعة رياح تُدار شفراتها بواسطة إعصار: غير عملية ~~إلى درجة رهيبة~~[3].

صواعق تريفر

في سيناريو تريفر، جميع صواعق العالم تنزل في مكان واحد. وهذا سيجعل من توليد الكهرباء أمراً أكثر جاذبية!

---

(1) المصدر: العرض الذي قدمته أمام طلابي من الصف الثالث الابتدائي في مدرسة أسومبست الابتدائية بينما كنت أرتدي زي بنجامين فرانكلين.

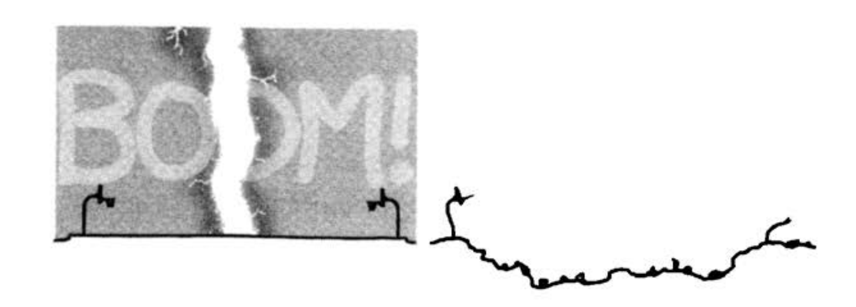
(2) وأنا أسمع أنها لا تضرب أبداً المكان ذاته مرتين.

(3) في حال أنك فضولي، نعم، لقد أجريتُ بعض الحسابات على استخدام الأعاصير المارَّة لتحريك توربينات الرياح، وهي غير عملية حتى بشكل أقل من جمع الصواعق. إن الموقع المتوسط في قلب زقاق الأعاصير (Alley Tornado) يمر به إعصار كل 4000 سنة. وحتى إن تمكنتَ من امتصاص كل الطاقة المتراكمة في الإعصار، فسوف تنتِج أقل من واط واحد من معدل إنتاجية القدرة على المدى الطويل. صدق أو لا تصدق، تمت تجربة شيء مثل هذه الفكرة فعلياً، فهناك شركة اسمها إفيتيك «AVEtec» اقترحت إنشاء «محرك دوامة» ليقوم بإنتاج أعاصير اصطناعية ومن ثم استخدامها لتوليد الكهرباء.

فيما يتعلق بـ «حدثت في المكان ذاته،» دعنا نفترض أن ضربات الصواعق تنزل جميعها متوازية، مقابل بعضها البعض تماماً. والقناة الرئيسية لضربة صاعقة -الجزء الذي يحمل التيار- يبلغ قطره، تقريباً، سنتيمتراً أو سنتيمترين. وتضم حزمتنا حوالي مليون قناة صاعقة منفصلة، ما يعني أن قطرها سيكون حوالى 6 أمتار.

يقوم كل كاتب علمي، دائماً، بمقارنة كل شيء بالقنبلة التي ألقيت على هيروشيما[1]، لذا ربما سنتخلص من ذلك أيضاً: ضربة الصاعقة سوف توصِل طاقة إلى الهواء والأرض تبلغ حوالى قنبلتين من قنابل هيروشيما. ومن وجهة نظر عملية، تكفي هذه الكمية من الكهرباء لكي تزود الكهرباء لوحدة التحكم بلعبة إلكترونية ولجهاز تلفزيون بلازما لعدة ملايين من السنين. أو، بطريقة أخرى، يمكنها أن تدعم استهلاك الولايات المتحدة من الطاقة ... لمدة خمس دقائق.

إذن، الصاعقة ذاتها لن تكون أعرض كثيراً من الدائرة المركزية لملعب كرة سلة، ولكنها سوف تترك حفرة أكبر من الملعب بأكمله.



داخل الصاعقة، سوف يتحول الهواء إلى بلازما بطاقة عالية. وسوف يؤدي الضوء والحرارة الناجمين من الصاعقة إلى إشعال حرائق سطحية، بصورة تلقائية، لأميال من

(1) شلالات نياغارا تولِّد قدرة تساوي قوة قنبلة بحجم قنبلة هيروشيما تنفجر كل ثماني ساعات! لقد كان للقنبلة الذرية التي ألقيت على ناغازاكي قوة تفجيرية تساوي 1.3 من قنابل هيروشيما! ومن أجل السياق، فإن النسيم اللطيف الذي يهب عبر البراري يحمل أيضاً طاقة حركة تصل، تقريباً، إلى طاقة قنبلة هيروشيما.

حولها. وسوف تؤدي موجة الصدمة إلى تسوية الأشجار بالأرض وتدمير المباني. باختصار، مقارنة هيروشيما ليست بعيدة كثيراً.

هل نستطيع حماية أنفسنا؟

مانعات الصواعق

إن الآلية التي تعمل مانعات الصواعق وفقاً لها هي موضع جدال. فبعض الناس يزعمون أنها تجنبنا ضربات الصواعق فعلياً من خلال «نزف» الشحنات من الأرض إلى الهواء، مخفِّضة فرق الجهد بين السحاب والأرض ومقلِّلة احتمالات حدوث الصواعق. إن الجمعية القومية للحماية من الحرائق لا تؤيد هذه الفكرة، حالياً.

لست متأكداً ما الذي ستقوله الجمعية القومية للحماية من الحرائق بخصوص صاعقة تريفر الهائلة، ولكن مانعة الصواعق لن تحميك منها. فنظرياً من الممكن لكابل من النحاس بعرض متر أن يوصِل الفورة في التيار من الصاعقة بدون أن ينصهر. للأسف، عندما تصل الصاعقة إلى نهاية قضيب النحاس السفلي، فإن الأرض لن تتمكن من توصيل الكهرباء بشكل جيد بما يكفي، وسوف يؤدي انفجار الصخور المنصهرة إلى تدمير منزلك بدون أي فرق[1].

ماذا لو جربنا طاقة أقل؟



صواعق قطاطمب

من الواضح أن جمع كافة صواعق العالم في مكان واحد يُعدّ أمراً مستحيلاً. ماذا عن جمع كافة الصواعق فقط من منطقة واحدة؟

(1) سيكون منزلك قد اشتعل أصلاً على أي حال، وذلك بفضل الإشعاعات الحرارية من البلازما التي في الهواء.

لا يوجد مكان على وجه الأرض يتلقى صواعق باستمرار، ولكن هناك منطقة واحدة في فنزويلا يمكن اعتبارها قريبة من ذلك. بالقرب من حافة بحيرة ماراكايبو الجنوبية الغربية، تحدث ظاهرة غريبة: عواصف رعدية ليلية دائمة الحدوث. فهناك بقعتان، واحدة فوق البحيرة والأخرى فوق البر إلى الغرب، حيث تحدث العواصف الرعدية كل ليلة، تقريباً. هذه العواصف يمكنها أن تولِّد ومضات من الصواعق كل ثانيتين، ما يجعل من بحيرة ماراكايبو عاصمة الصواعق في العالم.

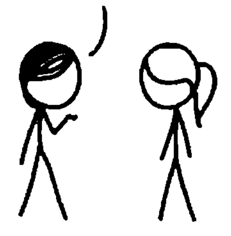
إن استطعت بطريقة أو بأخرى تدبر أمر توجيه جميع قنوات الصواعق من ليلة واحدة في قطاطمب إلى داخل مانعة صواعق، واستخدمتها لتشحن مكثفاً ضخماً، فسوف يخزِّن من الطاقة الكهربائية ما يكفي لتُشغيل وحدة تحكم بلعبة إلكترونية وتلفزيون بلازما، لمدة قرن، تقريباً[1].



بطبيعة الحال، إن حدث هذا، فإن القول المأثور القديم قد يكون بحاجة إلى مزيد من المراجعة حتى.

(1) نظراً لأنه ليست هناك تغطية بيانات خلوية في الشاطئ الجنوبي الغربي لبحيرة ماراكايبو، فسوف تحتاج إلى شراء مزود خدمة عبر الأقمار الصناعية، ما يعني، بصورة عامة، تفاوتاً زمنياً يصل إلى مئات الملي ثوانٍ.

حسناً، أتعرفين ما يقولون - «الصواعق تضرب دائماً في المكان ذاته. ذلك المكان موجود في فنزويلا. ينبغي أن لا تقفي هناك.»



الإنسان الأكثر وحدة

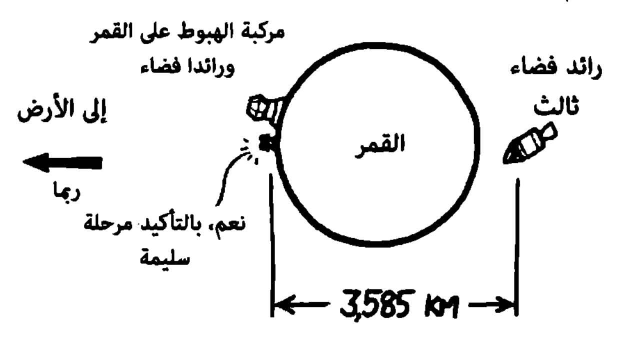
س. ما هي أطول مسافة، على الإطلاق، كانت تفصل إنسان عن كل إنسان حي آخر؟ هل شعروا بالوحدة؟

- برايان جيه ماك كارتر

ج. من الصعب معرفة ذلك بصورة مؤكدة!

المشتبه بهم الأكثر احتمالاً هم الرواد الستة في كبسولة القيادة في مركبة أبولو، والذين بقوا في مدار حول القمر أثناء تنفيذ هبوط على القمر: مايك كولينز، وديك غوردون، وستو روزا، وآل وردن، وكين ماتينغلي، ورون إيفانز.

كل واحد من هؤلاء بقي وحيداً في كبسولة القيادة بينما كان رواد الفضاء الآخرون يهبطون على القمر. وفي أعلى نقطة من مدارهم، كانوا على بعد حوالى 3585 كيلومتراً من رواد الفضاء زملائهم.



من وجهة نظر أخرى، كانت هذه هي أبعد نقطة، على الإطلاق، نجح فيها باقي البشر بإبعاد رواد الفضاء الحمقى أولئك عنهم.

قد تظن أنه من غير الممكن لأحد أن ينافس رواد الفضاء في هذه الفئة، ولكن الأمر ليس محسوماً إلى هذه الدرجة، فهناك بضعة مرشحين قريبين جداً!

البولينيزيون

من الصعب الابتعاد 3585 كيلومتراً عن مكان مأهول بصورة دائمة[1]. وربما أن البولينيزيين، الذين كانوا أول البشر الذين انتشروا عبر المحيط الهادي، قد تمكّنوا من فعل ذلك، ولكن هذا الأمر كان سيتطلب من بحار وحيد أن يسافر بعيداً جداً متقدماً بفارق كبير عن أي شخص آخر. وربما يكون ذلك قد حدث -ربما جرّاء حادث ما، عندما حُمِل شخص ما بعيداً عن مجموعته بفعل عاصفة- ولكن من غير المرجح أن نعرف ذلك أبداً بصورة مؤكدة.

عندما تم استعمار المحيط الهادي، أصبح من الأصعب بكثير العثور على مناطق على سطح الأرض حيث يكون بإمكان شخص ما تحقيق 3585 كيلومتراً من العزلة. والآن بعد أن أصبح في القارة القطبية الجنوبية سكان دائمون من الباحثين، أصبح الأمر مستحيلاً بكل تأكيد، تقريباً.

المستكشفون في القارة القطبية الجنوبية

أثناء فترة الاستكشاف في القطب الجنوبي، اقترب عدد قليل من الأشخاص من التفوق على رواد الفضاء، ومن الممكن أن يكون أحدهم يحمل الرقم القياسي فعلياً. وكان روبرت سكوت قد اقترب كثيراً من ذلك.

لقد كان روبرت فالكون سكوت مستكشفاً بريطانياً لقي نهاية مأساوية. فقد وصلت بعثة سكوت إلى القطب الجنوبي في العام 1911، فقط ليجد سكوت أن

---

(1) بسبب طبيعة تحدُّب الأرض، عليك في الواقع أن تذهب 3619 كيلومتراً عبر السطح لكي تكون مؤهلاً.

المستكشف النرويجي روالد أمندسن قد سبقه بعدة أشهر، فبدأ سكوت المكتئب ورفاقه رحلة العودة إلى الشاطئ، ولكنهم ماتوا جميعاً أثناء عبورهم جرف روس الجليدي.

آخر عضو في البعثة بقي على قيد الحياة، وكان لفترة وجيزة أحد أكثر الناس عزلة على وجه الأرض[1]. من ناحية أخرى، كان (أياً من كان) لا يزال ضمن 3585 كيلومتراً من عدد من البشر، بما في ذلك بعض بؤر استيطانية لمستكشفين في القطب الجنوبي، إضافة إلى الماوري في راكيورا (جزيرة ستيوارت) في نيوزيلندا.

هناك الكثير من المرشحين الآخرين. ويقول البحار الفرنسي بيير فرانسوا بيرون إنه قد تقطعت به السبل في جزيرة أمستردام في جنوب المحيط الهندي. إن حدث ذلك فقد كان قريباً من تجاوز رواد الفضاء، ولكنه لم يكن بعيداً بما يكفي عن موريشيوس، جنوب غرب أستراليا، أو عن حافة مدغشقر لكي يكون مؤهلاً.

ربما أننا لن نعرف أبداً بصورة مؤكدة، فمن الممكن أن يكون هناك بحار ما، من سفينة محطمة في القرن الثامن عشر قد انزلق في قارب نجاة في المحيط الجنوبي، يحمل لقب الإنسان الأكثر عزلة. من ناحية أخرى، إلى أن يظهر دليل تاريخي، أعتقد أن رواد الفضاء الستة يستحقون ما يطالبون به بجدارة.

ما يقودنا إلى الجزء الثاني من سؤال برايان: هل شعروا بالوحدة؟

الشعور بالوحدة

بعد العودة إلى الأرض، قال مايك كولينز، طيار كبسولة قيادة أبولو 11، إنه لم يشعر بالوحدة. وقد كتب عن تجربته في كتابه «حَمْل النار: رحلات رائد فضاء Carrying the Fire: An Astronaut's Journeys»:

بدلاً من الشعور بأنني وحيد أو بأنني منبوذ، أشعر إلى حد كبير بأنني جزء مما يجري على سطح القمر... لا أقصد أن أنكر شعوراً بالعزلة. إنها هناك، وتعززها حقيقة أن الاتصال اللاسلكي بالأرض ينقطع فجأة في اللحظة التي أختفي فيها وراء القمر.

---

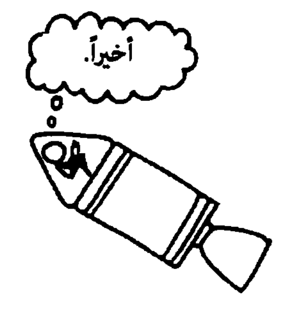
(1) كانت بعثة أمندسن قد غادرت القارة عندئذ.

أنا وحدي الآن، وحدي حقاً، ومنعزل بصورة مطلقة عن أي حياة معروفة. أنا كذلك. لو أجريَت الحساب، سيكون العدد ثلاثة مليارات إضافة إلى اثنين على الجهة الأخرى من القمر، وواحد فقط إضافة إلى ما يعلمه الله على هذه الجهة.

حتى آل وردن، طيار كبسولة القيادة لمركبة أبولو 15، كان قد استمتع بالتجربة.

هناك أمر بشأن أن تكون وحدك، وهناك أمر بشأن أن تكون وحيداً، وهما أمران مختلفان. لقد كنت وحدي ولكنني لم أشعر بالوحدة. تتمثل خلفيتي في كوني طياراً في سلاح الجو، ثم طيار اختبار -وكان ذلك في الغالب في طائرات مقاتلة- لذا فقد كنت متعوداً جداً على أن أكون بمفردي. لقد استمتعت بذلك تماماً. لم أكن مضطراً للتحدث مع ديف وجيم أكثر من ذلك ... فوق الجزء الخلفي من القمر، لم أكن مضطراً للحديث حتى مع هيوستن وكان ذلك الجزء الأفضل من الرحلة.

الانطوائيون يفهمون ذلك. أكثر إنسان عزلة في التاريخ كان سعيداً تماماً لحصوله على بضعة دقائق من السلام والهدوء.



أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد لـ ماذا لو رقم 11

س. ماذا لو أن كل شخص في بريطانيا ذهب إلى أحد السواحل وبدأ بالتجديف؟ هل سيكون بإمكانهم تحريك الجزيرة بأي قدر؟

- إلين إيوبانكس

لا.



س. هل أعاصير النيران ممكنة؟

- سيث ويشمان

نعم.

أعاصير الحرائق هي أمر حقيقي يحدث فعلياً. وليس لدي ما يمكن أن يضيف شيئاً لهذا.

قطرة مطر

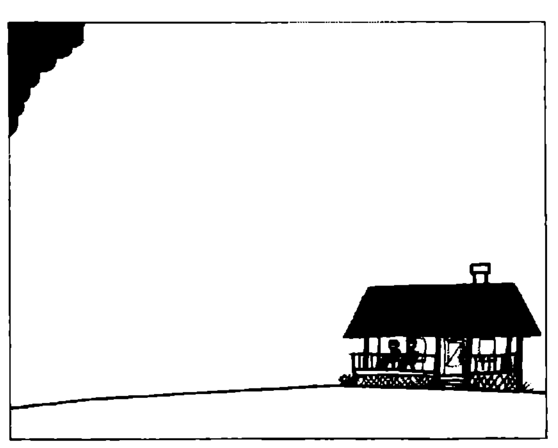
س. ماذا لو أسقطَت عاصفة ماطرة كل مائها في قطرة واحدة عملاقة؟

- مايكل ماك نيل

ج. إنه منتصف الصيف في ولاية كانساس. الهواء ساخن وثقيل. يجلس اثنان من كبار السن على الشرفة على كراسي متأرجحة.

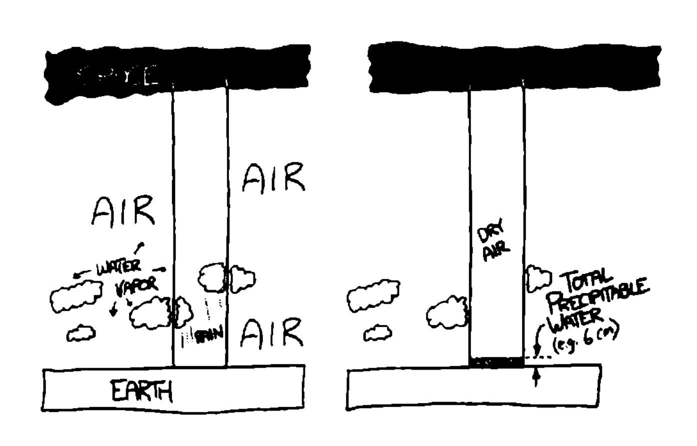
تبدأ السحب المنذِرة بالسوء تلوح في الأفق إلى الجنوب الغربي. وتتشكَّل الأبراج مع اقترابها أكثر، وتنتشر القمم متخذة شكل سندان.

يسمعان رنين الرياح يقرع بينما يأخذ نسيم لطيف في الاشتداد. وتبدأ السماء تصبح معتمة.



الرطوبة

يحمل الهواء مياهاً، فإذا قمتَ بإغلاق عمود من الهواء، من الأرض إلى قمة الغلاف الجوي، ومن ثم قمتَ بتبريد عمود الهواء، فسوف تتكثف الرطوبة التي يحتويها على شكل مطر. وإذا قمتَ بجمع المطر في قاع العمود، فسوف تملؤه إلى عمق يتراوح بين صفر واثني عشر سنتيمتراً. ذلك العمق هو ما نسميه إجمالي ماء الهطول « total precipitable water (TPW)».



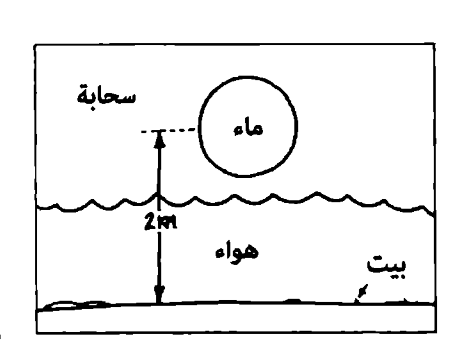
يبلغ إجمالي ماء الهطول، عادة، 1 إلى 2 سنتمتراً.

تقوم الأقمار الصناعية بقياس محتوى بخار الماء هذا لكل بقعة من العالم، منتجة بعض الخرائط الجميلة حقاً.

سوف نتخيل أن مقاييس عاصفتنا هي 100 كيلومتر على كل جانب، وتحمل محتوى مرتفعاً من إجمالي ماء الهطول يبلغ 6 سنتيمترات. وهذا يعني أن المياه في عاصفتنا الماطرة يبلغ حجمها:

100كم × 100 كم × 6 سم = 0.6 كم^3

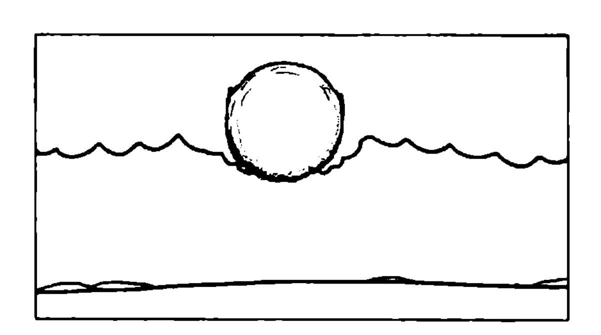
تلك المياه سوف تزن 600 مليون طن (ويصادف أن ذلك هو، تقريباً، الوزن الحالي لجنسنا البشري). وعادة ما يهطل جزء من تلك المياه، متناثراً، على شكل مطر – 6 سنتمترات منه.



في هذه العاصفة، وبدلاً من ذلك، سوف تتكثف جميع تلك المياه في قطرة واحدة عملاقة على شكل كرة من الماء يزيد قطرها عن كيلومتر واحد. وسوف نفترض أنها تتشكل على بعد بضعة كيلومترات فوق السطح، نظراً لأن ذلك هو المكان الذي يتكثف فيه معظم المطر.

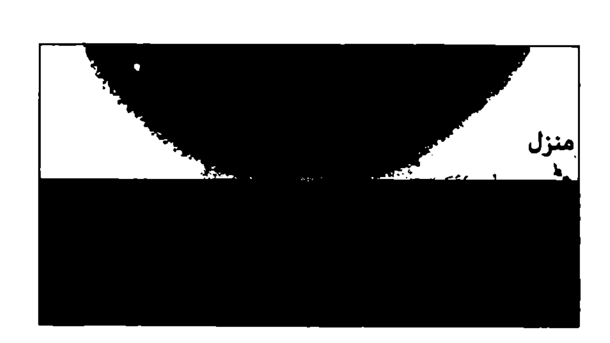
تبدأ القطرة بالسقوط.

لمدة خمس إلى ست ثوانٍ، لا يكون هناك شيء مرئي. بعدئذ تبدأ قاعدة القطرة بالانتفاخ نحو الأسفل. وللحظة، يبدو كما لو أن سحابة، تشبه القمع قليلاً، آخذة في التشكُّل. بعدئذ يتسع الانتفاخ، وعند علامة العَشر ثوانٍ، تظهر قاعدة القطرة من السحابة.



تسقط القطرة الآن بسرعة 90 متراً في الثانية (200 ميل/ ساعة). وتقوم الريح الهادرة بسفع سطح الماء بقوة محولة إياه إلى رذاذ. وتتحول الحافة الأمامية للقطرة إلى رغوة بينما يُدفَع الهواء إلى داخل السائل. إذا استمرت القطرة في السقوط لفترة طويلة، فإن هذه القوى سوف تقوم تدريجياً بتفريق القطرة بأكملها إلى مطر. وقبل أن يحدث هذا، بعد 20 ثانية تقريباً من تشكلها، تضرب حافة القطرة بالأرض. وتتحرك المياه الآن بسرعة 200م/ ث (450 ميل/ ساعة). وتحت نقطة الارتطام مباشرة، يكون الهواء غير قادر على الاندفاع نحو الخارج بسرعة كافية، ويؤدي الضغط إلى تسخينه بسرعة إلى درجة أن العشب كان سيشتعل لو كان لديه الوقت.

ولحسن حظ العشب، فإن الحرارة تدوم فقط لبضعة ملي ثوانٍ، وذلك لأنها تُطفَأ بوصول الكثير من المياه الباردة. ولسوء حظ العشب، فإن الماء البارد يتحرك بسرعة تصل إلى نصف سرعة الصوت.

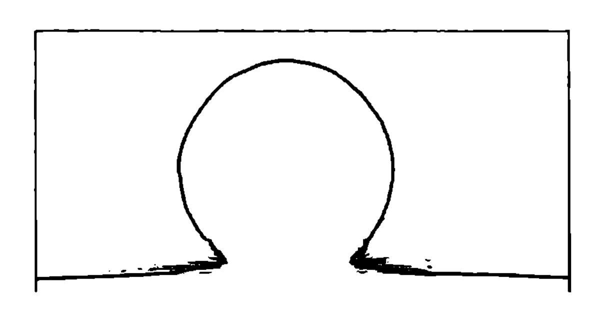


إن كنت طافياً في مركز هذه الكرة أثناء هذه الحادثة، فلن تكون قد شعرت بشيء غير عادي حتى الآن. وسيكون المكان مظلماً جداً في الوسط، ولكن إذا كان لديك الوقت الكافي (وسعة في الرئتين) لسباحة بضعة مئات من الأمتار نحو الطرف، فربما ستكون قادراً على تمييز توهج ضوء النهار الخافت.

وعندما تكون قطرة الماء قد اقتربت من الأرض، فإن تراكم مقاومة الهواء سوف يؤدي إلى زيادة في الضغط ستجعل أذنيك تنبضان بصوت طرقعة. ولكن بعد ثوانٍ، عندما تكون المياه قد لامست السطح، ستكون قد سحِقتَ حتى الموت - وسوف تولِّد موجة الصدمة ضغوطاً أكبر من تلك الموجودة في قاع خندق ماريانا.

تصطدم المياه في الأرض، ولكن صخر الأديم صلب. ويؤدي الضغط إلى جعل المياه تندفع إلى الجانبين، مكوِّنة دفقاً أسرع من الصوت في كل الاتجاهات « supersonic omnidirectional jet»[1] يدمر كل شيء في مساره.

(1) تقريباً أروع ثلاثية كلمات رأيتها بصورة مطلقة.



يتوسع جدار الماء نحو الخارج كيلومتراً تلو الآخر، ممزقاً الأشجار والمنازل والتربة السطحية في طريقة. المنزل والشرفة وكبار السن يتم محوهم في لحظة. وأي شيء ضمن بضعة كيلومترات تتم إزالته تماماً، مع ترك بركة من الطين فوق صخر الأديم. تستمر الطرطشة نحو الخارج مدمِّرة كل المنشآت على مدى مسافة 20 إلى 30 كيلومتراً. عند هذه المسافة، تكون المناطق المحاطة بجبال أو تلال محمية، ويبدأ الفيضان بالجريان على طول الوديان الطبيعية ومجاري المياه.

تكون المنطقة الأوسع محمية إلى حد كبير من آثار العاصفة، على الرغم من أن مناطق بمئات الكيلومترات باتجاه مصب الجريان سوف تتعرض لفيضانات مفاجئة في الساعات التالية للارتطام.

وتنتشر الأخبار إلى العالم بشأن الكارثة التي لا يمكن تفسيرها. وتكون هناك صدمة وحيرة منتشرتان على نطاق واسع، ولفترة من الزمن، فكل سحابة جديدة في السماء تثير الرعب. ويسود الخوف فوق كل شيء، حيث أن خوف العالم من المطر أصبح طاغياً، ولكن تمر سنوات بدون أي إشارات لتكرار الكارثة.

يحاول علماء الغلاف الجوي لسنوات تحليل ما جرى، ولكن لا يكتشفون أي تفسير. في نهاية المطاف، يستسلمون، وتسمى ظاهرة الأرصاد الجوية غير المفسرة ببساطة «عاصفة دبستيب (dubstep storm)»، لأنه - على حد قول أحد الباحثين - «كانت فيها قطرة هائلة جداً.»

اختبار سات عن طريق التخمين

س. ماذا لو قام كل متقدم لاختبار سات بالإجابة عن كل سؤال متعدد الخيارات عن طريق التخمين؟ كم عدد العلامات الكاملة التي سيتم الحصول عليها؟

روب بالدر

ج. لا شيء.

سات هو عبارة عن اختبار موحد يتقدم إليه جميع طلاب المدارس الثانوية الأميركية. وتحصيل العلامات فيه ، في ظروف معينة، هو من النوع الذي من الممكن أن يمثِّل تخمين الإجابة استراتيجية جيدة. ولكن ماذا لو قمتَ بالتخمين بشأن كل شيء؟

ليست جميع أسئلة سات متعددة الخيارات، لذا، دعنا نركز على الأسئلة المتعددة الخيارات لكي نُبقي الأمور بسيطة. سوف نفترض أن كل شخص يُنجز الأسئلة المقالية ويملأ أقسام الأرقام بطريقة صحيحة.

في نسخة العام 2014 من اختبار سات، كان هناك 44 سؤالاً متعدد الخيارات في القسم الرئيسي (الكمي)، و67 سؤالاً في قسم القراءة الناقدة (الوصفي)، و47 سؤالاً في قسم الكتابة من النوع الجديد[1]. ولكل سؤال هناك خمسة خيارات، لذا يكون للتخمين العشوائي فرصة بنسبة 20 بالمائة بأن يكون صحيحاً.

---

(1) تقدمتُ لامتحان سات منذ أمد بعيد، مفهوم؟

كتابة

1. Ⓐ Ⓑ ● Ⓓ Ⓔ ⅕
2. ● Ⓑ Ⓒ Ⓓ Ⓔ ⅕
⋮
47. Ⓐ Ⓑ Ⓒ ● Ⓔ ⅕

قراءة ناقدة

1. Ⓐ ● Ⓒ Ⓓ Ⓔ ⅕
2. Ⓐ ● Ⓒ Ⓓ Ⓔ ⅕
⋮
67. Ⓐ Ⓑ Ⓒ ● Ⓔ ⅕

رياضيات

1. Ⓐ ● Ⓒ Ⓓ Ⓔ ⅕
2. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ ● ⅕
⋮
44. Ⓐ ● Ⓒ Ⓓ Ⓔ ⅕

احتمالات أن تحصل على إجابات صحيحة عن جميع الأسئلة الـ 158 هي:

$$\frac{1}{5^{44}} \times \frac{1}{5^{67}} \times \frac{1}{5^{47}} = \frac{1}{2.7 \times 10^{110}}$$

ذلك واحد في 27 كوينكواتريجينتيلون

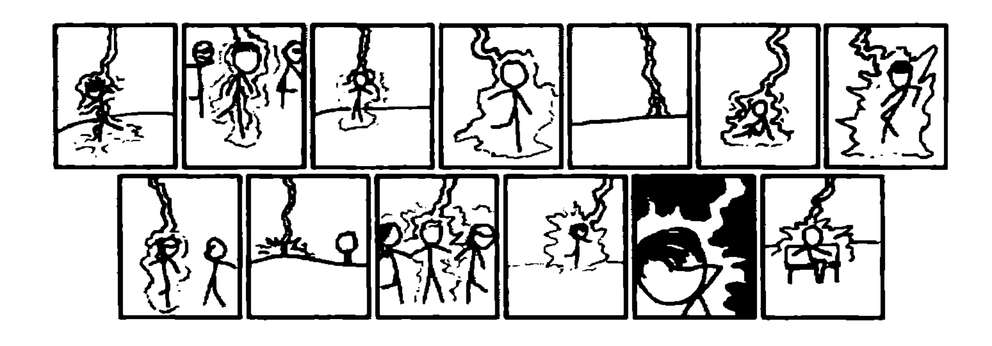
إذا تقدم جميع الأربعة ملايين شخص ممن هم في سن 17 عاماً لاختبار سات، وخمن جميعهم الإجابات بصورة عشوائية، فمن المؤكد عملياً أنه لن تكون هناك علامات كاملة في أي من هذه الأقسام الثلاثة.

إلى أي مدى يكون ذلك مؤكداً؟ حسناً، إذا استخدم كل منهم حاسوباً للتقدُّم للاختبار مليون مرة كل يوم، واستمروا هكذا كل يوم لمدة خمسة مليارات سنة -إلى أن تكون الشمس قد تمددت لتصبح عملاقاً أحمر، وتفحمت الأرض حتى تصبح جمرة- فإن فرصة أي منهم في الحصول على علامة كاملة فقط في قسم الرياضيات ستكون تقريباً 0.0001 بالمائة.

إلى أي مدى يكون ذلك الاحتمال بعيداً؟ في كل سنة يُصاب حوالى 500 أميركي بصاعقة (بناء على 45 وفيات من الصواعق ونسبة الوفيات بين المصابين بالصواعق 9 – 10 بالمائة). وهذا يشير إلى أن احتمالات أن يصاب أي أميركي في أي سنة بصاعقة تبلغ حوالى 1 في 700,000[1].

(1) أنظر. xkcd, «Conditional Risk,» *http://xkcd.com/795/*.

وهذا يعني أن احتمالات الحصول على علامات كاملة في امتحان سات من خلال التخمين تُعدّ أسوأ من احتمالات أن يُصاب كل رئيس أميركي سابق حي وكل ممثل من الممثلين الرئيسيين في مسلسل فايرفلاي، بصورة مستقلة، بصاعقة ... وفي اليوم ذاته.



لكل شخص يتقدم لاختبار سات هذه السنة، نتمنى لك حظاً جيداً - ولكن ذلك لن يكون كافياً.

طلقة نيوترون

س. لو أطلِقَت طلقة بكثافة نجم نيوتروني من مسدس (مع تجاهل الكيفية) على سطح الأرض، هل سيتم تدمير الأرض؟

- تشارلوت إينسورث

ج. إن وزن طلقة بكثافة نجم نيوتروني سيكون مماثلاً، تقريباً، لوزن مبنى الإمباير ستيت.

سواء أطلقناها من مسدس أم لا، فإن الطلقة ستسقط مباشرة عبر الأرض، وتثقب القشرة كما لو كان الصخر عبارة عن منديل ورقي مبلل.

سوف ننظر إلى سؤالين مختلفين:

- ما الذي سيفعله مرور الطلقة للأرض؟
- إن احتفظنا بالطلقة هنا على السطح، ما الذي سوف تفعله لما يحيط بها؟ هل يمكننا لمسها؟

أولاً، إليكم خلفية بسيطة:

ما هي النجوم النيوترونية ؟

النجم النويتروني هو ما يبقى بعد أن ينهار نجم عملاق تحت ثقل جاذبيته الذاتية.

تتواجد النجوم في توازن. وتحاول الجاذبية الهائلة دائماً جعلها تنهار إلى الداخل، ولكن ذلك التضييق يوجِد العديد من القوى المختلفة التي تدفعها بعيداً عن بعضها البعض مرة أخرى.

وبالنسبة للشمس، فإن الشيء الذي يمنعها من الانهيار هو الحرارة الناجمة من الاندماج النووي. فعندما يتعرض نجم لنفاد وقوده الاندماجي، ينكمش (في عملية معقدة تنطوي على العديد من الانفجارات) إلى أن يتم وقف الانهيار من قِبل قوانين الكم التي تمنع مادة من التداخل مع مادة أخرى[1].

إذا كان النجم ثقيلاً بما يكفي، فإنه يتغلب على ذلك الضغط الكمي وينهار أكثر (مع انفجارات هائلة أخرى) ليصبح نجماً نيوترونياً. وإذا كان الباقي أثقل حتى، يصبح ثقباً أسود[2].

تعتبر النجوم النيوترونية من أكثف الأشياء التي يمكن أن تجدها (خارج نطاق كثافة الثقب الأسود اللانهائية). إنها مسحوقة من قِبل جاذبيتها الذاتية الهائلة في حساء ميكانيكي كمي متراص يشبه، إلى حد ما، نواة ذرية بحجم جبل.

هل طلقتنا مصنوعة من نجم نيوتروني؟

لا. سألتْ تشارلوت عن طلقة كثافتها مماثلة لكثافة نجم نيوتروني، وليست واحدة مصنوعة من مادة نجم نيوتروني فعلية. ذلك جيد لأنك لا تستطيع صنع طلقة من تلك المادة. إذا أخذتَ مادة نجم نيوتروني خارج بئر الجاذبية الساحق، حيث تتواجد عادة، فسوف تتمدد مرة أخرى إلى مادة فائقة الحرارة مع تدفق للطاقة أقوى من أي سلاح نووي.

ربما ذلك هو السبب في أن تشارلوت اقترحت أن نصنع طلقتنا من مادة سحرية مستقرة تكون كثافتها بقدر كثافة نجم نيوتروني.

---

(1) مبدأ استبعاد بولي يمنع إلكترونين من الاقتراب كثيراً جداً من بعضهما البعض. ويعدّ هذا الأثر أحد أهم الأسباب في أن حاسوبك المحمول لا يسقط عبر حضنك.

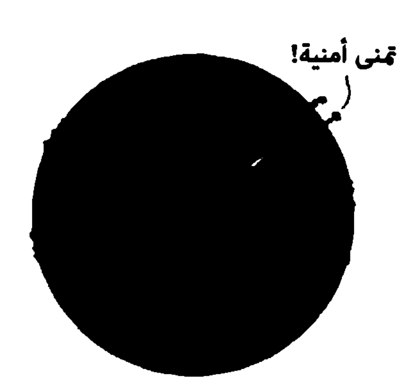
(2) من الممكن أن تكون هناك فئة من الأشياء أثقل من النجوم النيوترونية –ولكن ليست ثقيلة جداً لتصبح ثقوباً سوداء– تُسمى «نجوم غريبة.»

ما الذي ستفعله الطلقة للأرض؟

يمكنك أن تتخيل إطلاقها من مسدس[1]، ولكن الأمر من الممكن أن يكون مشوقاً أكثر لو تركتها تسقط ببساطة. في كلتا الحالتين، سوف تتسارع الطلقة نحو الأسفل، وتثقب الأرض، وتحفر فيها متجهة نحو مركز الأرض.

إن هذا لن يدمر الأرض، ولكنه سيكون غريباً جداً. فعندما تصبح الطلقة على بعد بضعة أقدام من الأرض، سوف تقوم قوة جاذبيتها برفع كتلة ضخمة من التراب ستتموج بعنف حول الطلقة أثناء سقوطها، مطلقة رشّات في كافة الاتجاهات. وأثناء دخولها في الأرض، سوف تشعر أن الأرض تهتز، وسوف تترك حفرة مضطربة ومشققة بدون فتحة دخول.

سوف تسقط الطلقة مباشرة عبر قشرة الأرض. وعلى السطح، سوف تهدأ الاهتزازات بسرعة. ولكن بعيداً في الأسفل، ستكون الطلقة آخذة بسحق وتبخير الوشاح أمامها أثناء سقوطها، ناسفة المادة بعيداً عن طريقها مع موجة صدمة قوية، ومخلِّفة وراءها ذيلاً من البلازما الساخنة للغاية. وسيكون ذلك أمراً لم يُشاهَد من قبل في تاريخ الكون: شهاب تحت الأرض.



(1) مسدس سحري، غير قابل للكسر يمكنك أن تحمله بدون أن تتعرض ذراعك للتمزق. لا تقلق، ذلك الجزء يأتي لاحقاً!

في نهاية المطاف، سوف تتوقف الطلقة لتستقر في نواة النيكل - الحديد في مركز الأرض. وستكون الطاقة التي سوف توصِلها إلى الأرض هائلة حسب المقياس البشري، ولكن الكوكب بالكاد سيُلاحَظ. وجاذبية الطلقة سوف تؤثر فقط على الصخور الموجودة على بعد بضعة عشرات الأقدام منها. وفي حين أنها ثقيلة بما يكفي لتسقط عبر القشرة، فإن جاذبيتها لن تكون قوية بما يكفي لسحق الصخور كثيراً.

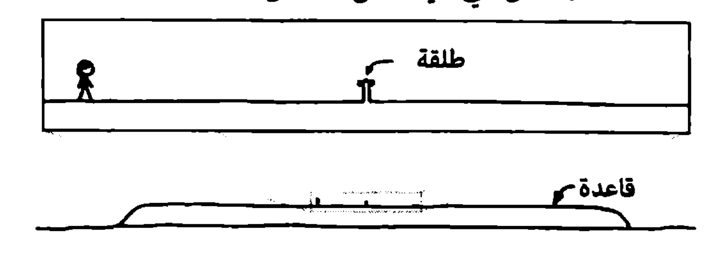
سوف ينغلق الثقب تاركاً الطلقة بعيدة للأبد عن متناول أي شخص[1]. وفي نهاية المطاف، سوف تُبتلَع الأرض من قِبل الشمس المنتفخة الهرِمة، وسوف تصل الطلقة إلى مثواها الخير في نواة الشمس.

إن كثافة الشمس ليست كبيرة بما يكفي لتصبح نجماً نيوترونياً بحد ذاتها. وبدلاً من ذلك، فإنها بعد التهامها للأرض سوف تمر عبر بعض مراحل التمدد والانهيارات، وفي نهاية المطاف، سوف تهدأ مخلِّفة وراءها نجماً قزماً أبيض مع استمرار بقاء الطلقة مستقرة في المركز. يوماً ما، في المستقبل البعيد -عندما يصبح الكون أكبر آلاف المرات مما هو عليه الآن- سوف يبرد ذلك القزم الأبيض ويختفي في العدم.

ذلك يجيب عن السؤال ماذا سيحدث إذا أطلِقَت الطلقة داخل الأرض. ولكن ماذا سوف يحدث إن تمكّنا من الاحتفاظ بها بالقرب من السطح؟

وضع الطلقة على قاعدة متينة

أولاً، نحن بحاجة إلى قاعدة سحرية متينة إلى درجة لا حدود لها لوضع الطلقة عليها، والتي ستكون بحاجة لأن ترتكز على منصة متينة بالدرجة ذاتها وكبيرة بما يكفي لتوزيع الوزن، وإلا سيغرق كل شيء في داخل الأرض.



(1) ... ما لم يقم كايب دورون باستخدام القوة «The Force» لسحبها مرة أخرى.

إن قاعدة بقياس مجمع سكني ستكون قوية بما يكفي لكي تبقي الطلقة فوق الأرض، على الأقل لبضعة أيام، وربما أكثر قليلاً. في الحقيقة أن مبنى الإمباير ستيت -الذي له وزن مماثل لوزن طلقتنا- يرتكز على منصة مشابهة، وهو موجود منذ أكثر من بضعة أيام[بحاجة إلى مصدر] ولم يختفِ في داخل الأرض.[بحاجة إلى مصدر]

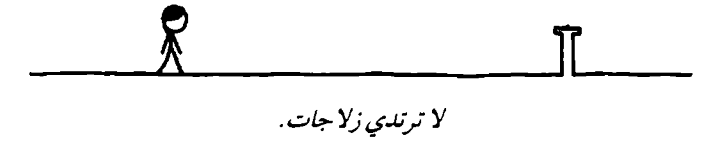
لن تقوم الطلقة بشفط الغلاف الجوي، وستقوم بالتأكيد بضغط الهواء حولها وتسخينه قليلاً، ولكن بصورة مفاجئة. وفي الواقع، ليس بقدر كافٍ لكي يكون ملحوظاً.

هل أستطيع لمسها؟

دعنا نتخيل ما سيحدث لو حاولت.

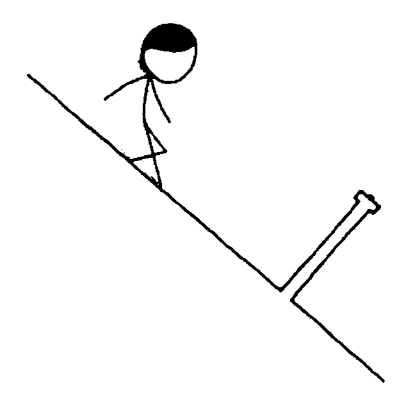
الجاذبية من هذا الشيء قوية. ولكنها ليست بتلك القوة.

تخيل أنك تقف على مسافة 10 أمتار منها. عند هذه المسافة، سوف تشعر بشد طفيف جداً نحو القاعدة. ويعتقد دماغك -غير المعتاد على الجاذبية غير المنتظمة- أنك تقف على منحدر خفيف.

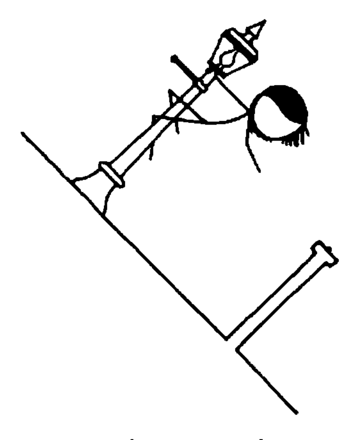


لا ترتدي زلاجات.

يصبح هذا المنحدر المتصوَّر أكثر حدة كلما مشيت نحو القاعدة، كما لو أن الأرض تميل نحو الأمام.



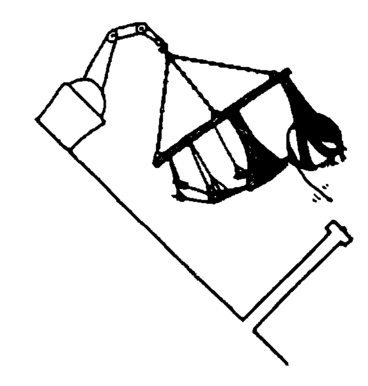
عندما تصبح على بعد بضعة أمتار، ستواجه صعوبة كبيرة في مقاومة الانزلاق نحو الأمام. من ناحية أخرى، إذا تمسكت بإحكام بشيء ما -مقبض أو عمود لافتة- يمكنك أن تكون قريباً جداً.



قد يسمي فيزيائيو لوس ألاموس هذا الأمر «دغدغة ذنب التنين.»

ولكنني اريد ان المسها!

لكي تصبح قريباً بما يكفي للمسها، ستكون بحاجة إلى قبضة محكمة على شيء ما. وفي الواقع، ينبغي أن تفعل هذا بسرج يدعم الجسم بكامله، أو على الأقل بدعامة للعنق. فإذا أصبحت في متناول اليد، سوف يكون وزن رأسك بوزن طفل صغير، ولن يعرف دمك بأي اتجاه عليه أن يتدفق. من ناحية أخرى، إذا كنت طياراً مقاتلاً قد تعوَّد على قوى الجاذبية، فربما تكون قادراً على إنجاز المهمة.



من هذه الزاوية، يندفع الدم بسرعة إلى رأسك، ولكنك ستبقى قادراً على التنفس.

عندما تمد ذراعك، يصبح السحب أقوى بكثير. إن مسافة 20 سنتيمتراً (8 إنشات) هي نقطة اللاعودة - فعندما تعبر أصابعك ذلك الخط، تصبح ذراعك ثقيلة جداً إلى درجة لا يمكن سحبها. (إذا كنت تنفذ الكثير من تمرين العُقلة «pull-ups» بيد واحدة، فربما يكون في مقدورك الاقتراب أكثر قليلاً.)

وحالما تصبح ضمن إنشات قليلة، ستكون القوة على أصابعك كبيرة جداً، وسوف تكون ملويّة للأمام -معك أو بدونك- وسوف تلامس أطراف أصابعك الطلقة فعلياً (ربما تخلع أصابعك وكتفك).

عندما يصبح طرف إصبعك ملامساً بشكل فعلي للطلقة، فإن الضغط في أطراف أصابعك يصبح قوياً جداً، ويخرج دمك من الجلد.

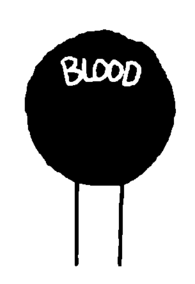
في مسلسل فايرفلاي، علق ريفر تام، على نحو معروف، أنه «من الممكن تفريغ جسم الإنسان من الدم في 8.6 ثانية في حال وجود أجهزة تفريغ ملائمة.»

من خلال لمس الطلقة، تكون قد أوجدت للتو جهاز التفريغ الملائم.

جسمك مقيد بالسرج، وذراعك تبقى معلقة بجسمك -اللحم قوي إلى درجة مفاجئة- ولكن دمك ينسكب من أطراف أصابعك بسرعة أكبر مما هو ممكن في العادة. وربما تمثل الـ«8.6 ثانية»، التي تحدَّث عنها ريفر، تقديراً أقل من الواقع.

ثم تصبح الأمور غريبة.

يلتف الدم حول الطلقة، مُشكِّلاً كرة حمراء داكنة متنامية يدندن سطحها ويهتز مع تموجات تتحرك بسرعة كبيرة جداً بحيث لا يمكن رؤيتها.



ولكن انتظر

هناك حقيقة تصبح الآن مهمة أكثر:

أنت تطفو على الدم.

عندما تكبر كرة الدم، تضعف القوة على ذراعك ... لأن الأجزاء من أطراف أصابعك تحت سطح الدم أصبحت طافية! إن الدم أكثف من اللحم، ونصف الوزن الواقع على ذراعك كان يأتي من آخر مفصلين في أصابعك. وعندما يصبح الدم بعمق بضعة سنتيمترات، يصبح الحِمل أخف بكثير.

إذا كنت تستطيع الانتظار حتى تصبح كرة الدم بعمق 20 سنتيمتراً -وكان كتفك سليماً- ربما تكون قادراً على سحب ذراعك بعيداً.

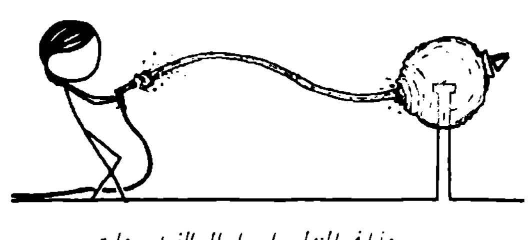
مشكلة: سيتطلب ذلك خمسة أضعاف كمية الدم الموجودة في جسمك.

يبدو أنك لن تكون قادراً على فعل ذلك.

دعنا نعيد لف الشريط إلى أوله.

كيف تلمس طلقة نيوترونية: ملح وماء وفودكا

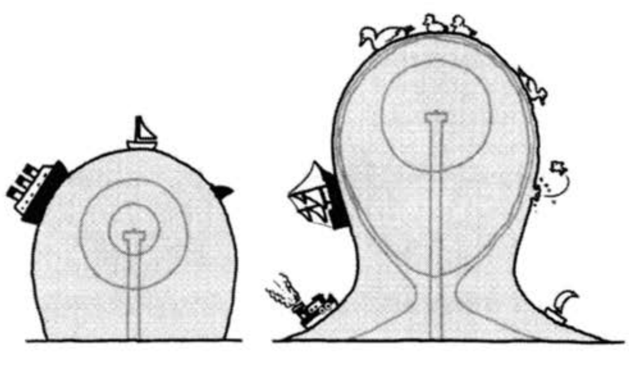
يمكنك أن تلمس الطلقة وتبقى على قيد الحياة ... ولكن يجب عليك أن تحيطها بالماء.



جرب هذا في المنزل وارسل إلي الفيديوهات.

إذا أردت أن تكون ذكياً حقاً، يمكنك أن تجعل طرف الخرطوم يتدلى في الماء وتترك جاذبية الطلقة تقوم بمهمة سحب المياه لك.

للمس الطلقة، أسكب المياه على القاعدة حتى تصبح بعمق متر أو مترين على جانب الطلقة. وسوف تأخذ أحد الشكلين التاليين:



إن غرقت تلك القوارب، فلن تقوم بإنقاذها.

قم الآن بتغطيس رأسك وذراعك فيها.

بفضل الماء، أنت قادر على تحريك يديك حول الطلقة بدون أدنى صعوبة! إن الطلقة تسحبك نحوها، ولكنها تسحب الماء بالدرجة ذاتها من القوة، فالماء (مثل اللحم) غير قابل للانضغاط عملياً، حتى عند هذه الضغوط، لذا لا يتم سحق أي شيء ذي أهمية حاسمة[1].

من ناحية أخرى، ربما لن تكون قادراً على لمس الطلقة، إذ أنه عندما تصبح أصابعك على بعد بضعة مليمترات، فإن الجاذبية القوية تعني أن الطفو يلعب دوراً هائلاً. فإذا كانت يدك أقل كثافة من الماء بقدر طفيف، لن تكون قادرة على اختراق المليمترات الأخيرة. وإن كانت أكثر كثافة بقدر طفيف، فسوف يتم شفطها للأسفل.

هنا يأتي دور الفودكا والملح. فإذا وجدت أن الطلقة تشد أطراف أصابعك حال وصولك إليها، فهذا يعني أن أصابعك ليست طافية بما يكفي. قم بخلط بعض الملح

(1) عندما تسحب ذراعك للخارج، انتبه لأعراض الغثيان الناجم عن إزالة الضغط بسبب وجود فقاعات النيتروجين في الأوعية الدموية لذراعك.

لجعل الماء أكثر كثافة. وإذا كانت أطراف أصابعك تنزلق على سطح غير مرئي عند حافة الطلقة، اجعل الماء أقل كثافة بإضافة الفودكا.

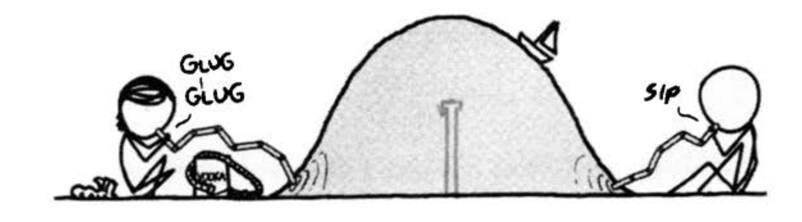
إذا حصلت على التوازن الصحيح تماماً، يمكنك أن تلمس الطلقة وأن تعيش لتتحدث عن ذلك.

ربما.

خطة بديلة

هل يبدو ذلك محفوفاً بالمخاطر بالنسبة لك؟ لا مشكلة. هذه الخطة بكاملها -الطلقة والماء والملح والفودكا- يمكنها أن تستعمَل كتعليمات لصنع أصعب مشروب مختلط في تاريخ المشروبات: **النجم النيوتروني**.

إذن التقط ماصة شرب واحتسِ شراباً.



... وتذكر: إذا قام شخص ما بإسقاط كرزة في نجمك النيوتروني، وغرقت إلى القاع، لا تحاول استخراجها. لقد انتهى أمرها.

أسئلة غريبة (ومقلقة) من البريد الوارد
لـ ماذا لو؟ رقم 12

س. ماذا لو ابتلعتُ حشرة قُرادة مصابة بداء لايم؟ هل سيقوم الحمض الموجود في معدتي بقتل القُرادة وبكتيريا البوريليا، أو أنني سوف أصاب بمرض لايم من الداخل إلى الخارج؟

- كريستوفر فوغل

لمجرد أن تكون في أمان، عليك أن تبتلع شيئاً ليقتل القُرادة، مثل سولينوبسي جيرميناتا (النمل الناري الاستوائي). بعدئذ، ابتلع ذبابة بسيوداكتيون كورفاتوس لكي تقتل النملة. بعدئذ اعثر على عنكبوت...



س. على افتراض وجود تردد رنين منتظم في طائرة ركاب نفاثة ، كم يلزم من القطط التي تموء بتردد رنين الطائرة النفاثة المذكورة «لإسقاطها»؟

- بريتاني

مرحباً، إدارة الطيران الفيدرالية؟
هل هناك أي «»بريتاني«» على قائمة الممنوعين من ركوب الطائرات؟
... نعم، مع قطط. يبدو أنها هي.
حسناً، كنت فقط أتأكد بأنكم على علم بالأمر.



ريختر 15

س. ماذا لو ضربت أميركا هزة أرضية بقوة 15 ريختر، في مدينة نيويورك مثلاً؟ ماذا عن 20 ريختر؟ 25 ريختر؟

- أليك فريد

طرف سيء
طرف جيد

ج. مقياس ريختر، الذي تم استبداله فنياً بـ «مقياس درجة العزم»[1] يقيس الطاقة المحررة من الهزة الأرضية. إنه مقياس مفتوح الطرفين، ولكن نظراً لأننا نسمع عادة عن زلازل بدرجات بين 3 و 9، فربما أن كثيراً من الناس يعتبرون 10 على أنها الأعلى و 1 على أنها الأدنى.

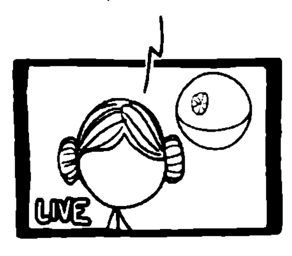
في الواقع، 10 ليس هو الرقم الأكبر في المقياس، ولكنه قد يكون كذلك. فزلزال بقوة 9 يغيّر، أصلاً، دوران الأرض بطريقة يمكن قياسها. وقد غيّر كل من الزلزالين بقوة 9+، اللذين حدثا في هذا القرن، طول النهار بجزء صغير جداً من الثانية.

---

(1) وبالمثل، تم استبدال مقياس - إف (مقياس فوجيتا) بمقياس إي إف («فوجيتا المحسن»). ففي بعض الأحيان يتم إلغاء وحدة قياس لأنها سيئة - على سبيل المثال «kips» (1000 باوند قوة)، «kcfs» (ألف قدم مكعب في الثانية)، و«مقياس رانكين» (درجات فهرنهايت فوق الصفر المطلق). (كنت مضطراً لقراءة أوراق فنية مكتوبة عن كل واحدة من تلك الوحدات.) في أحيان أخرى، ينتابك إحساس بأن العلماء يريدون فقط شيئاً ليصوبوا الناس بشأنه.

وزلزال بقوة 15 سوف ينطوي على تحرير 10^{32} جول من الطاقة، وهو ما يعادل تقريباً طاقة الجاذبية الرابطة للأرض. للتعبير عن ذلك بطريقة أخرى، تسبب نجم الموت بزلزال بقوة 15 على كوكب ألديران.

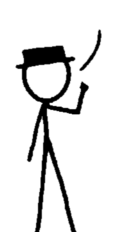
أكد المسح الجيولوجي في ألديران أن زالزالاً بقوة 15 قد حول كل أجهزة قياس الزلازل عندهم إلى بخار متمدد.



يمكنك، نظرياً، أن تحصل على زلزال أقوى على الأرض، ولكن عملياً، كل ما يعنيه ذلك هو أن سحابة الحطام المتمددة ستكون أسخن.

ومن الممكن للشمس، نظراً لقوتها الرابطة الجذبية الأعلى، أن يحدث فيها زلزال بقوة 20 (على الرغم من أن ذلك سيؤدي بالتأكيد إلى التسبب في نوفا كارثية). إن أقوى الزلازل في الكون المعروف، والتي تحدث في المادة الموجودة في نجم نيوتروني فائق الوزن، تكون في هذه القوة، تقريباً. وهذه هي، تقريباً، الطاقة المحرَّرة التي ستحصل عليها لو عبأت الكرة الأرضية بقنابل هيدروجينية وفجرتها جميعها في آن معاً.

ماذا لو جربنا قوة أقل؟

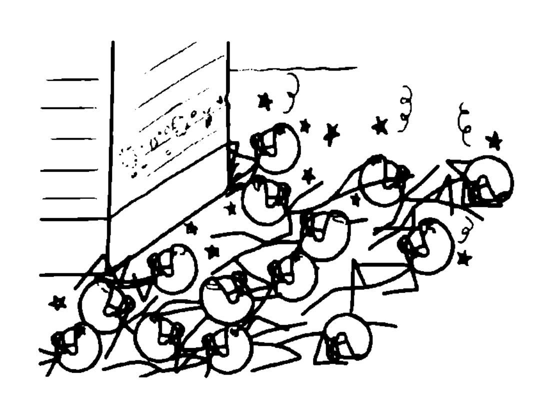


إننا نمضي الكثير من الوقت في الحديث عن الأشياء الكبيرة والعنيفة. ولكن ماذا عن الطرف السفلي من المقياس؟ هل هناك شيء مثل زلزال بقوة 0؟

نعم! في الواقع أن المقياس يقطع كل المسافة إلى الأسفل متجاوزاً الصفر. دعنا نلقي نظرة على «زلازل» ذات قوة صغيرة، مع وصف لما يمكن أن تكون عليه إن ضربت منزلك.

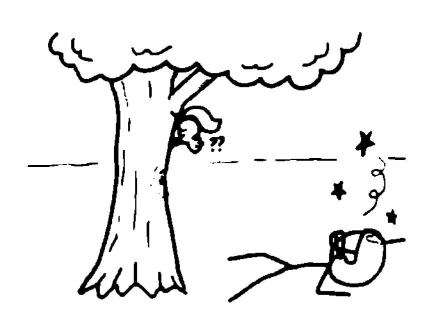
قوة 0

لاعبو فريق دالاس كاوبويز يصطدمون بكامل طاقتهم بجانب مرآب جارك.



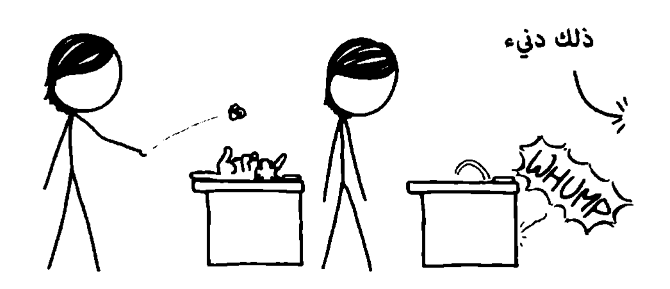
قوة -1

لاعب كرة قدم منفرد يرتطم بشجرة في ساحة منزلك.



قوة -2

قطة تسقط من فوق منضدة



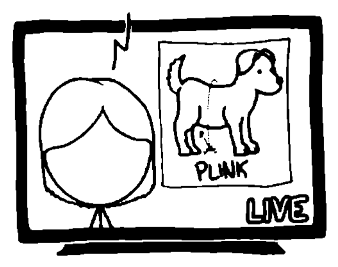
قوة - 3

قطة تُسقِط هاتفك الخلويِ من فوق منضدة سريرك الجانبية.



قوة -4

سنت يقع من فوق كلب



قوة – 5

ضغطة على مفتاح في لوحة مفاتيح آي بي إم موديل إم



قوة – 6

ضغطة على مفتاح في لوحة مفاتيح خفيفة الوزن



قوة – 7

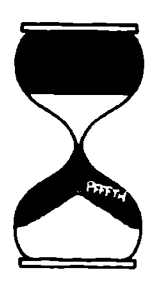
ريشة واحدة ترفرف هابطة نحو الأرض





قوة - 8

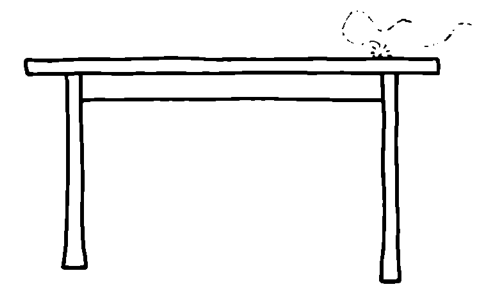
حبة رمل ناعم تسقط على الكومة التي في أسفل ساعة رملية صغيرة



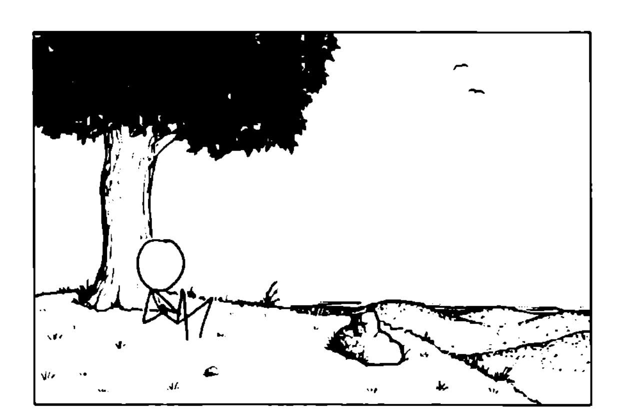
... ودعنا نقفز كل الطريق نحو الأسفل إلى

قوة - 15

ذرّة غبار منجرفة آتية لتستقر فوق طاولة



في بعض الأحيان يكون من اللطيف أن تدمر العالم من أجل التغيير.



شكر وعرفان

ساعدتني مجموعة من الناس على إنجاز هذا الكتاب الذي تنظر إليه.

شكراً لمحررتي كورتني يونغ، لكونك قارئة لـ xkcd منذ البداية ومتابِعة للكتاب حتى النهاية. شكراً لمختلف الأشخاص الرائعين في HMH الذين جعلوا كل شيء يُنجَز بنجاح. شكراً لكل من سيث فيشمان والأشخاص في غيرنيت لما أبدوه من صبر ولعملهم بلا كلل ولا ملل.

شكراً لكريستينا غليسون لأنك جعلت هذا الكتاب يبدو ككتاب، حتى وإن كان ذلك يعني فك رموز ملاحظاتي غير الواضحة عن الكويكبات في الساعة الثالثة صباحاً. شكراً لمختلف الخبراء الذين ساعدوني في الإجابة عن أسئلة، بمن في ذلك، روفن لازاروس وغلين ماك مانيس (إشعاعات)، وأليس كانتا (جينات)، وديريك لوي (كيمياويات) ونيكول غوليوتشي (تيلسكوبات)، وآيان ماكيه (فيروسات)، وساره جيليسبي (طلقات). وشكراً لدافيان التي جعلت كل هذا يحدث ولكنها تكره أن تكون محط اهتمام ومن المحتمل أن تتذمر لذكرها هنا.

شكراً لجمهور آي آر سي لتعليقاتهم وتصحيحاتهم، ولفين، وإلين، وريكي لغربلة طوفان الأسئلة المقدَّمة وتصفية تلك التي بشأن غوكيو. شكراً لك يا غوكيو لكونك، من الواضح، شخصية أنيمي بقوة لانهائية، وبالتالي مثيراً لمئات من أسئلة ماذا لو، على الرغم من أنني رفضت مشاهدة دراغون بول زد (Dragon Ball Z in) من أجل الإجابة عنها.

شكراً لأسرتي لتعليمي الإجابة عن أسئلة غير معقولة من خلال قضاء سنوات كثيرة في الإجابة عن أسئلتي غير المعقولة. شكراً لوالدي لتعليمي عن القياس، وشكراً لوالدتي لتعليمي عن الأنماط. وشكراً لزوجتي لتعليمي أن أكون حازماً، وتعليمي كيف أكون شجاعاً، وتعليمي عن الطيور.

مـراجـع

عاصفة عالمية

Merlis, Timothy M., and Tapio Schneider, «Atmospheric dynamics of Earth-like tidally locked aquaplanets, *Journal of Advances in Modeling Earth Systems 2* (December 2010); DOI:10.3894/JAMES.2010.2.13.

What Happens Underwater During a Hurricane? *http://www.rsmas.miami.edu/blog/2012/10/22/what-happens-underwaterduring-a-hurricane*

بركة الوقود النووي المستهلَك

Behavior of spent nuclear fuel in water pool storage,*http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/7284014- aMii9/7284014.pdf*

Unplanned Exposure During Diving in the Spent Fuel Pool, *http://www.isoenetwork.net/index.php/publications-mainmenu-88/isoenews/doc_download/1756-ritter2011ppt.html*

مؤشر ليزر

GOOD, Mapping the World's Population by Latitude, Longitude, *http://www.good.is/posts/mapping-the-world-s-population-by-latitudelongitude* *http://www.wickedlasers.com/arctic*

الجدار الدوري للعناصر

Table on page 9 (publication page 15, pdf page 15) in *http://www.epa.gov/opptintr/aegl/pubs/arsenictrioxide_p01_tsddelete.pdf*

ليقفز الجميع

Dot Physics What if everyone jumped? *http://scienceblogs.com/dotphysics/2010/08/26/what-if-everyone-jumped/*

Straight Dope If everyone in China jumped off chairs at once, would the earth be thrown out of its orbit? *http://www.straightdope.com/columns/read/142/if-all-chinese-jumped-atonce-would-cataclysm-result*

مول من المولات (الخلدان)

Disov er, How many habitable planets are there in the galaxy? *http://blogs.discovermagazine.com/badastronomy/2010/10/29/how-manyhabitable-planets-are-there-in-the-galaxy*

مجفف الشعر

Determination of Skin Burn Temperature Limits for Insulative Coatings Used for Personnel Protection, *http://www.mascoat.com/assets/files/Insulative_Coating_Evaluation_NACE.pdf*

The Nuclear Potato Cannon Part 2, *http://nfttu.blogspot.com/2006/01/nuclear-potato-cannon-part-2.html*

آخر ضوء من صنع البشر

Wind Turbine Lubrication and Maintenance: Protecting Investments in Renewable Energy, *http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/05/windturbine-lubrication-and-maintenance-protecting-investments-inrenewable-energy*

McComas, D.J., J.P. Carrico, B. Hautamaki, M. Intelisano, R. Lebois, M. Loucks, L. Policastri, M. Reno, J. Scherrer, N.A. Schwadron, M. Tapley, and R. Tyler, A new class of long-term stable lunar resonance orbits: Space weather applications and the Interstellar Boundary Explorer, *Space Weather*, 9, S11002, doi: 10.1029/2011SW000704, 2011.

Swift, G.M., et al. In-flight annealing of displacement damage in GaAs LEDs: A Galileo story, *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 50, Issue 6 (2003).

Geothermal Binary Plant Operation and Maintenance Systems with Svartsengi Power Plant as a Case Study, *http://www.os.is/gogn/unu-gtpreport/UNU-GTP-2002-15.pdf*

صنع جهاز طيران فردي من مدفع رشاش

Lecture L14-Variable Mass Systems: The Rocket Equation *http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-07-dynamicsfall-2009/lecture-notes/MIT16_07F09_Lec14.pdf*

[2.4] Attack Flogger in Service, *http://www.airvectors.net/avmig23_2.html#m4*

الارتفاع باطراد

Otis: About Elevators,*http://www.otisworldwide.com/pdf/AboutElevators.pdf*

National Weather Service: Wind Chill Temperature Index,*http://www.nws.noaa.gov/om/windchill/images/wind-chill-brochure.pdf*

Prediction of Survival Time in Cold Air—see page 24 for the relevant tables, *http://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/zba6/p144967.pdf*

Linda D. Pendleton, When Humans Fly High: What Pilots Should Know About High-Altitude Physiology, Hypoxia, and Rapid Decompression. *http://www.avweb.com/news/aeromed/181893-1.html*

قسم الإجابات القصيرة

Currency in Circulation: Volume, *http://www.federalreserve.gov/paymentsystems/coin_currcircvolume.htm*

NOAA, Subject: C5c, Why don't we try to destroy tropical cyclones by nuking them? *http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/C5c.html*

NASA, Stagnation Temperature, *http://www.grc.nasa.gov/WWW/BGH/stagtmp.html*

الصواعق

Lightning Captured @ 7, 207 Fps, *http://www.youtube.com/watch?v=BxQt8ivUGWQ*
NOVA, Lightning: Expert Q&A, *http://www.pbs.org/wgbh/nova/earth/dwyer-lightning.html*
JGR, Computation of the diameter of a lightning return stroke, *http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/JB073i006p01889/abstract*

حاسوب بشري

Moore's Law at 40, *http://www.ece.ucsb.edu/~strukov/ece15bSpring2011/others/MooresLawat40.pdf*

الكوكب الصغير

For another take on *The Little Prince*, scroll down to the last section of this wonderful piece by Mallory Ortberg, *http://the-toast.net/2013/08/02/textsfrom-peter-pan-et-al/*
Rugescu, Radu D., and Daniele Mortari, Ultra Long Orbital Tethers Behave Highly Non-Keplerian and Unstable, *WSEAS Transactions on Mathematics*, Vol. 7, No. 3, March 2008, pp. 87-94, *http://www.academia.edu/3453325/Ultra_Long_Orbital_Tethers_Behave_Highly_Keplerian_and_Unstable*

إسقاط شريحة لحم

Falling Faster than the Speed of Sound, *http://blog.wolfram.com/2012/10/24/falling-faster-than-the-speed-ofsound*
Stagnation Temperature: Real Gas Effects, *http://www.grc.nasa.gov/WWW/BGH/stagtmp.html*
Predictions of Aerodynamic Heating on Tactical Missile Domes, *http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA073217*
Calculation of Reentry-Vehicle Temperature History, *http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a231552.pdf*
Back in the Saddle, *http://www.ejectionsite.com/insaddle/insaddle.htm*
How to Cook Pittsburgh-Style Steaks, *http://www.livestrong.com/article/436635-how-to-cook-pittsburgh-stylesteaks*

قرص الهوكي

KHL's Alexander Ryazantsev sets new 'world record' for hardest shot at 114 m p h, *http://sports.yahoo.com/blogs/nhl-puck-daddy/khl-alexanderryazantsev-sets-world-record-hardest-shot-174131642.html*
Superconducting Magnets for Maglifter Launch Assist Sleds, *http://www.psfc.mit.edu/~radovinsky/papers/32.pdf*
Two-Stage Light Gas Guns, *http://www.nasa.gov/centers/wstf/laboratories/hypervelocity/gasguns.html*
Hockey Video: Goalies, Hits, Goals, and Fights, *http://www.youtube.com/watch?v=fWj6--Cf9QA*

نزلات البرد

P. Stride, The St. Kilda boat cough under the microscope. *The Journal—Royal College of Physicians of Edinburgh*, 2008; 38:272-9.
L. Kaiser, J. D. Aubert, et al., Chronic Rhinoviral Infection in Lung Transplant Recipients, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Vol. 174; pp. 1392-1399, 2006, 10.1164/rccm.200604-489OC

Oliver, B. G. G., S. Lim, P. Wark, V. Laza-Stanca, N. King, J. L. Black, J. K. Burgess, M. Roth, and S. L. Johnston, «Rhinovirus Exposure Impairs Immune Responses To Bacterial Products In Human Alveolar Macrophages *Thorax* 63, no. 6 (2008): 519-525.

كأس نصف فارغ

Shatter beer bottles: Bare-handed bottle smash, *http://www.youtube.com/watch?v=77gWkl0ZUC8*

فلكيون من كوكب آخر

The Hitchhiker's Guide to the Galaxy, *http://www.goodreads.com/book/show/11.The_Hitchhiker_s_Guide_to_the_Galaxy*

A Failure of Serendipity: The Square Kilometre Array will struggle to eavesdrop on Human-like ETI, *http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1007/1007.0850v1.pdf*

Eavesdropping on Radio Broadcasts from Galactic Civilizations with Upcoming Observatories for Redshifted 21cm Radiation, *http://arxiv.org/pdf/astroph/0610377v2.pdf*

The Earth as a Distant Planet a Rosetta Stone for the Search of Earth-Like W o r l d s, *http://www.worldcat.org/title/earth-as-a-distant-planet-arosetta-stone-for-the-search-of-earth-like-worlds/oclc/643269627*

SETI on the SKA, *http://www.astrobio.net/exclusive/4847/seti-on-the-ska*

Gemini Planet Imager، *http://planetimager.org/*

لا حمضاً نووياً (دي إن إيه) بعد اليوم

Enjalbert, Françoise, Sylvie Rapior, Janine Nouguier-Soulé, Sophie Guillon, Noël Amouroux, and Claudine Cabot, Treatment of Amatoxin Poisoning: 20-Year Retrospective Analysis. *Clinical Toxicology* 40, no. 6 (2002): 715- *http://toxicology.ws/LLSAArticles/Treatment%20of%20Amatoxin%20Poisoning-20%20year%20retrospective%20analysis%20(J%20Toxicol%20Clin%20Toxicol%*Richard Eshelman, I nearly died after eating wild mushrooms, *The Guardian* (2010), *http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2010/nov/13/nearlydied-eating-wild-mushrooms*

Amatoxin: A review, *http://www.omicsgroup.org/journals/2165-7548/2165-7548-2-110.php?aid=5258*

سيـنا الفضاء الخارجي

The Martian Chronicles, *http://www.x-plane.com/adventures/mars.html*

Aerial Regional-Scale Environmental Survey of Mars, *http://marsairplane.larc.nasa.gov/*

Panoramic Views and Landscape Mosaics of Titan Stitched from Huygens Raw Images, *http://www.beugungsbild.de/huygens/huygens.html*

New images from Titan, *http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens/New_images_from_Titan*

يودا

Saturday Morning Breakfast Cereal, *http://www.smbccomics.com/index.php?db=comics&id=2305#comic*

Youtube, 'Beethoven Virus' —Musical Tesla Coils, *http://www.youtube.com/watch?v=uNJjnz-GdlE*

B e a s t . The 15Kw 7' tall DR (DRSSTC 5), *http://www.goodchildengineering.com/tesla-coils/drsstc-5-10kw-monster*

السقوط مع الهيليوم

De Haven, H., Mechanical analysis of survival in falls from heights of fifty to one hundred and fifty feet, *Injury Prevention*, 6(1):62-b-68, *http://injuryprevention.bmj.com/content/6/1/62.3.long*



Armchair Airman Says Flight Fulfilled His Lifelong Dream, *New York Times*, July 4, 1982, *http://www.nytimes.com/1982/07/04/us/armchair-airmansays-flight-fulfilled-his-lifelong-dream.html?pagewanted=all*

Jason Martinez, Falling Faster than the Speed of Sound, Wolfram Blog, October 24, 2012, *http://blog.wolfram.com/2012/10/24/falling-fasterthan-the-speed-of-sound*

الجميع إلى الخارج

Project Orion: The True Story of the Atomic Spaceship, http://www.amazon.com/Project-Orion-Story-Atomic-paceship/dp/0805059857

تخصيب ذاتي

Sperm Cells Created From Human Bone Marrow, *http://www.sciencedaily.com/releases/2007/04/070412211409.htm*

Nayernia, Karim, Tom Strachan,Majlinda Lako, Jae Ho Lee, Xin Zhang, Alison Murdoch, John Parrington, Miodrag Stojkovic, David Elliott, Wolfgang Engel, Manyu Li, Mary Herbert, and Lyle Armstrong, RETRACTION-In Vitro Derivation Of Human Sperm From Embryonic Stem Cells, *Stem Cells and Development* (2009): 0908w75909069.

Can sperm really be created in a laboratory? *http://www.theguardian.com/lifeandstyle/2009/jul/09/sperm-laboratorymen*

This is discussed more deeply in F. M. Lancaster's monograph Genetic and Quantitative Aspects of Genealogy at *http://www.geneticgenealogy.co.uk/Toc115570144.html*.

رمية عالية

A Prehistory of Throwing Things, *http://ecodevoevo.blogspot.com/2009/10/prehistory-of-throwingthings.*
html

Chapter 9. Stone tools and the evolution of hominin and human cognition, *http://www.academia.edu/235788/Chapter_9._Stone_tools_and _the_evolution_of_hominin_and_human_cognition*

The unitary hypothesis: A common neural circuitry for novel manipulations, language, plan-ahead, and throwing? *http://www.williamcalvin.com/1990s/1993Unitary.htm*

Evolution of the human hand: The role of throwing and clubbing, *http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1571064*

Errors in the control of joint rotations associated with inaccuracies in overarm throws, *http://jn.physiology.org/content/75/3/1013.abstract*

Speed of Nerve Impulses, *http://hypertextbook.com/facts/2002/DavidParizh.shtml*

Farthest Distance to Throw a Golf Ball, *http://recordsetter.com/worldrecord/world-record-for-throwing-golf-ball/7349#contentsection*

نيوترينوات قاتلة

Karam, P. Andrew. Gamma and Neutrino Radiation Dose from Gamma Ray Bursts and Nearby Supernovae, *Health Physics* 82, no. 4 (2002): 491-99.

مطب سرعة

Speed bump-induced spinal column injury, *http://akademikpersonel.duzce.edu.tr/hayatikandis/sci/hayatikandis12.01.2012_08.54.59sci.* Speed hump spine fractures: Injury mechanism and case series, *http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21150664*

The 2nd American Conference on Human Vibration, *http://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/2009-145.pdf*
Speed bump in Dubai + flying Gallardo, *http://www.youtube.com/watch?v=Vg79_mM2CNY*
Parker, Barry R., Aerodynamic Design, *The Isaac Newton School of Driving: Physics and your car*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2003, 155.
The Myth of the 200-mph Lift-Off Speed. *http://www.buildingspeed.org/blog/2012/06/the-myth-of-the-200-mph-liftoff-speed/*
Mercedes CLR-GTR Le Mans Flip, *http://www.youtube.com/watch? v=rQbgSe9S54I*
National Highway Transportation NHTSA, Summary of State Speed Laws, 2007

السعة النطاقية لفيديكس

FedEx still faster than the Internet, *http://royal.pingdom.com/2007/04/11/fedex-still-faster-than-the-internet*
Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2012-2017, *http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/481360_ns827_Networking _Solutions_White_Paper.html*
Intel® Solid-State Drive 520 Series, *http://download.intel.com/newsroom/kits/ssd/pdfs/intel_ssd_520_product_spec_325968.*
Trinity test press releases (May 1945), *http://blog.nuclearsecrecy.com/2011/11/10/weekly-document-01*
NEC and Corning achieve petabit optical transmission, *http://optics.org/news/4/1/29*

سقوط حر

Super Mario Bros.—Speedrun level 1-1 [370], *http://www.youtube.com/watch?v=DGQGvAwqpbE* 540
Sprint ring cycle, *http://www1.sprintpcs.com/support/HelpCenter.jsp?FOLDER%3C%3Efolder_id=1531979#4*
Glide data, *http://www.dropzone.com/cgi-bin/forum/gforum.cgi? post=577711#577711*
Jump. Fly. Land., *Air & Space, http://www.airspacemag.com/flighttoday/Jump-Fly-Land.html*
Prof. Dr. Herrligkoffer, The East Pillar of Nanga Parbat, *The Alpine Journal* (1984).
The Guestroom, Dr. Glenn Singleman and Heather Swan, *http://www.abc.net.au/local/audio/2010/08/24/2991588.htm*
Highest BASE jump: Valery Rozov breaks Guinness world record, *http://www.worldrecordacademy.com/sports/highest_BASE_jump_Valery_Rozov_*Dean Potter, Above It All, *http://www.tonywingsuits.com/deanpotter.html*

سبارتا

According to a random stranger on the Internet, Andy Lubienski, The Longbow, *http://www.pomian.demon.co.uk/longbow.htm*

تفريغ المحيطات

Extrapolated from the maximum pressure tolerable by icebreaker ship hull plates: *http://www.iacs.org.uk/document/public/Publications/Unified_requirements/PDF/*An experimental study of critical submergence to avoid free-surface vortices at vertical intakes, *http://www.leg.state.mn.us/docs/pre2003/other/840235.pdf*

تفريغ المحيطات الجزء الثاني

Donald Rapp, Accessible Water on Mars, JPL D-31343-Rev.7, *http://spaceclimate.net/Mars.Water.7.06R.pdf*
D. L. Santiago et al., Mars climate and outflow events, *http://spacescience.arc.nasa.gov*
D. L. Santiago et al., Cloud formation and water transport on Mars after major outflow events, 43rd Planetary Science Conference (2012).
Maggie Fox, Mars May Not Have Been Warm or Wet. *http://rense.com/general32/marsmaynothave.htm*

تويتر

The Story of Mankind, http://books.google.com/books?id=RskHAAAAIAAJ&pg=PA1#v=onepage&q&f=false
Counting Characters, *https://dev.twitter.com/docs/counting-characters*
A Mathematical Theory of Communication, *http://cm.belllabs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf*

جسر من الليغو

How tall can a Lego tower get? *http://www.bbc.co.uk/news/magazine-20578627*
Investigation Into the Strength of Lego Technic Beams and Pin Connections, *http://eprints.usq.edu.au/20528/1/Lostroh_LegoTesting_2012.pdf*
Total value of property in London soars to £1.35trn, *http://www.standard.co.uk/business/business-news/total-value-ofproperty-in-london-soars-to-135trn-8779991.html*

عطسٌ أثناء اتصال هاتفي عشوائي

Cari Nierenberg, The Perils of Sneezing, ABC News, Dec. 22, 2008. *http://abcnews.go.com/Health/ColdandFluNews/story? id=6479792&page=1*
Bischoff Werner E., Michelle L. Wallis, Brian K. Tucker, Beth A. Reboussin, Michael A. Pfaller, Frederick G. Hayden, and Robert J. Sherertz, 'Gesundheit!' Sneezing, Common Colds, Allergies, and Staphylococcus aureus Dispersion, *J Infect Dis*. (2006), 194 (8): 1119-1126 doi:10.1086/507908
Annual Rates of Lightning Fatalities by Country *http://www.vaisala.com/Vaisala%20Documents/Scientific%20papers/Annual_rates_of_lightning_fatalities_by_country.pdf*

الأرض المتوسعة

In conclusion, no statistically significant present expansion rate is detected by our study within the current measurement uncertainty of 0.2 mm yr−1.
Wu, X., X. Collilieux, Z. Altamimi, B. L. A. Vermeersen, R. S. Gross, and I.
Fukumori (2011), Accuracy of the International Terrestrial Reference Frame origin and Earth expansion, Geophys. Res. Lett., 38, L13304, doi:10.1029/2011GL047450, *http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid%3A72ed93c0-d13e-427c-8c5f-f013b737750e/*
Lawrence Grybosky, Thermal Expansion and Contraction, *http://www.engr.psu.edu/ce/courses/ce584/concrete/library/cracking/thermalexpansioncontraction/*Sasselov, Dimitar D., *The life of super-Earths: How the hunt for alien worlds and artificial cells will revolutionize life on our planet*. New York: Basic Books, 2012.
Franz, R.M. and P. C. Schutte, Barometric hazards within the context of deeplevel mining, *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*

Plummer, H. C., Note on the motion about an attracting centre of slowly increasing mass, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 66, p. 83, *http://adsabs.harvard.edu/full/1906MNRAS..66...83P*

سهم بلا وزن

Hunting Arrow Selection Guide: Chapter 5, *http://www.huntersfriend.com/carbon_arrows/hunting_arrows_selection_guide* USA Archery Records, 2009, *http://www.usaarcheryrecords.org/FlightPages/2009/2009%20World%20Regular%*Air flow around the point of an arrow, *http://pip.sagepub.com/content/227/1/64.full.pdf*
STS-124: KIBO, NASA, *http://www.nasa.gov/pdf/228145main_sts124_presskit2.pdf*

أرض بلا شمس

The 1859 Solar-Terrestrial Disturbance and the Current Limits of Extreme Space Weather Activity, *http://www.leif.org/research/1859%20Storm%20-%2Extreme%20Space%20Weather.pdf*
The extreme magnetic storm of 1-2 September 1859, *http://trsnew.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/8787/1/02-1310.pdf*
Geomagnetic Storms, *http://www.oecd.org/governance/risk/46891645.pdf*
Normalized Hurricane Damage in the United States: 1900-2005, *http://sciencepolicy.colorado.edu/admin/publication_files/resource-2476-2008.02.pdf*
A Satellite System for Avoiding Serial Sun-Transit Outages and Eclipses, *http://www3.alcatel-lucent.com/bstj/vol49-1970/articles/bstj49-8-1943.pdf*
Impacts of Federal-Aid Highway Investments Modeled by NBIAS, *http://www.fhwa.dot.gov/policy/2010cpr/chap7.htm#9*
Time zones matter: The impact of distance and time zones on services trade, *http://eeecon.uibk.ac.at/wopec2/repec/inn/wpaper/2012-14.pdf*
Baby Fact Sheet, *http://www.ndhealth.gov/familyhealth/mch/babyfacts/Sunburn.pdf*
The photic sneeze reflex as a risk factor to combat pilots, *http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8108024*
Burned by wild parsnip, *http://dnr.wi.gov/wnrmag/html/stories/1999/jun99/parsnip.htm*

تحديث ويكيبيديا مطبوعة

Brand New: Wikipedia as a Printed Book, *http://www.brandnew.uk.com/wikipedia-as-a-printed-book/*
Tool Server: Edit rate, *http://toolserver.org/~emijrp/wmcharts/wmchart0001.php*
Quality Logic: Cost of Ink Per Page Analysis, June 2012, *http://www.qualitylogic.com/tuneup/uploads/docfiles/QualityLogic-Costof-Ink-Per-Page-Analysis _US_1-Jun-2012.pdf*

غروب الشمس عن الإمبراطورية البريطانية

Eddie Izzard-Do you have a flag? *http://www.youtube.com/watch? v=uEx5G-GOS1k*
This Sceptred Isle: Empire. A 90 part history of the British Empire, *http://www.bbc.co.uk/radio4/history/empire/map*
A Guide to the British Overseas Territories, *http://www.telegraph.co.uk/news/wikileaks-files/londonwikileaks/8305236/A-GUIDE-TO-THE-BRITISH-OVERSEASTERRITORIES.html*
Trouble in Paradise, *http://www.vanityfair.com/culture/features/2008/01/pitcairn200801*



Long History of Child Abuse Haunts Island 'Paradise',
http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=103569364
JavaScript Solar Eclipse Explorer, *http://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEXindex.html*

تحريك الشاي

Brawn Mixer, Inc., Principles of Fluid Mixing (2003),
http://www.craneengineering.net/products/mixers/documents/craneEngineeringPrinciplesOfFluidMixing. Cooling a cup of coffee with help of a spoon,
http://physics.stackexchange.com/questions/5265/cooling-a-cup-ofcoffee-with-help-of-a-spoon/5510#5510

جميع الصواعق

Introduction to Lightning Safety, National Weather Service, Wilmington, Ohio,
http://www.erh.noaa.gov/iln/lightning/2012/lightningsafetyweek.php
Bürgesser Rodrigo E., Maria G. Nicora, and Eldo E. Ávila, Characterization of the lightning activity of Relámpago del Catatumbo,'' *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* (2011), *http://wwlln.net/publications/avila.Catatumbo2012.pdf*

الإنسان الأكثر وحدة

BBC Future interview with Al Wolden (April 2, 2013),
http://www.bbc.com/future/story/20130401-the-loneliest-human-being/1

قطرة مطر

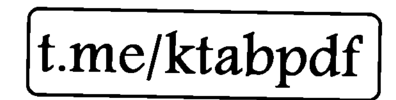
SSMI/SSMIS/TMI-derived Total Precipitable Water-North Atlantic,
http://tropic.ssec.wisc.edu/real-time/mimic-tpw/natl/main.html
Structure of Florida Thunderstorms Using High-Altitude Aircraft Radiometer and Radar Observations, *Journal of Applied Meteorology,*
http://rsd.gsfc.nasa.gov/912/edop/misc/1736.pdf

اختبار سات عن طريق التخمين

Cooper, Mary Ann, MD., «Disability, Not Death Is the Main Problem with Lightning Injury,
http://www.uic.edu/labs/lightninginjury/Disability.pdf
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2008 Lightning Fatalities,
http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats/light08.pdf

طلقة نيوترينو

Influence of Small Arms Bullet Construction on Terminal Ballistics,
http://hsrlab.gatech.edu/AUTODYN/papers/paper162.pdf
McCall, Benjamin, Q & A: Neutron Star Densities, University of Illinois,
http://van.physics.illinois.edu/qa/listing.php?id=16748



راندال مونرو، هو موظَف سابق في مجال الرابوطيّات في وكالة ناسا الفضائيّة الأمريكيّة، وهو مبدع الشخصيّة الكاريكاتوريّة الهزليّة على الإنترنت xkcd ، ومؤلف مجلّد xkcd ، ومؤخرًا أطلق الاتّحاد الفلكيّ الدوليّ اسمه على أحد الكويكبات، (asteroid 4942 munroe)، الكبير بما يكفي لأن يؤدّي إلى انقراض جماعيّ إن ارتطم بكوكب مثل الأرض؛ وهو يعيش في كامبريدج بولاية ماساتشوستس.



تحيّاتي، وأشكرك لاطّلاعك على كتابي. إذا كنت تفكّر في شرائه، فإليك بعض الأمور الّتي قد تريد معرفتها:



لا يستطيع البشر هضم السليولوز الموجود في الورق. ولو كان بالإمكان فعل ذلك، لكان أكل هذا الكتاب سيزوّدك بحوالي 2,300 سعر حراريّ (بما في ذلك الغلاف)



هذا الكتاب لا يمكنه أن يوقف معظم الطلقات. إذا أردت أن تستخدمه كدرعٍ، فقد تحتاج إلى أكثر بكثير من نسخة واحدة.

إذا كانت لديك ذراع جيّدة، فقد تستطيع رمي هذا الكتاب لمسافة 45 قدمًا، تقريبًا. ومع التدريب يكون من الممكن رمي كتاب كلّ 800 ملي / ثانية، ما يعني أنّه إذا كان هناك مهاجمون من البشر يركضون بسرعة نحوك، فستكون لديك ثلاث فرص أو أربعٌ لتصيبهم قبل أن يصلوا إليك. من جهة أخرى، لوكنت تتعرّض للهجوم من قبل قيّوط، فإنّ سرعته القصوى تعني أنّ لديك فرصةً واحدةً فقط لإصابته. فلتصوّب بدقّة.



مزيةٌ مخفيّة: في داخل هذا الكتاب كلماتٌ ورسومات، وهو يجيب عن أسئلة هامّة أخرى كثيرة، بما في ذلك الاستفسار عن إمكانيّة القفز من طائرة مع خزّان هيليوم ونفخ بالونات بسرعة كافية لإبطاء هبوطك، وإبقائك على قيد الحياة (نعم)، وعن إمكانيّة الاختباء من عاصفة فوق-صوتيّة في فنلندة (نعم، ولكنّ ذلك لن يكون مفيدًا)

